

Zur Kältebehandlung von Rohwürsten

Sylvia Irschlinger

1964



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555224_0104

Aus dem Institut für Nahrungsmittelkunde
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Vorstand: Professor Dr. L. Kotter

ZUR KÄLTEBEHANDLUNG VON ROHWÜRSTEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Sylvia Irschlinger
aus
Mannheim

München 1964

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. L. Kotter

Referent: Professor Dr. L. Kotter

Tag der Promotion: 28. Februar 1964



UNI-Druck, München 13, Amalienstraße 85

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Einleitung	1
B. Literatur	2
I. Maßnahmen zur Abtötung von Trichinen in Fleisch	2
1. Rechtliches und Epidemiologisches	2
2. Abtötung der Trichinen in Fleisch und Fleischwaren	3
a) Wärme	3
b) Kälte	4
c) Räuchern, Rohwurstreifung und Pökeln	6
d) Bestrahlung	8
II. Rohwurst	8
1. Begriffsbestimmung	8
2. Herstellungsverfahren	8
3. Reifungsprozeß	9
a) Feuchtigkeitsverlust	9
b) Bildung der Schnittfestigkeit	10
c) Veränderung des Salzgehaltes	11
d) Veränderung der Bakterienflora	11
e) Umrötung	13
f) Aromabildung	13
III. Die Beeinflussung der Fleischqualität durch Gefrieren	15
1. Der Vorgang des Gefrierens	15
2. Einfluß des Gefrierens auf Mikroorganismen und Fermente	16
3. Einfluß verschiedener Gefriertemperaturen auf Fleisch	19
C. Eigene Untersuchungen	22
I. Versuchsreihe I	22
1. Material	22
2. Methodik	23
3. Ergebnisse	25

	Seite
II. Versuchsreihe II	38
1. Material	38
2. Methodik	39
3. Ergebnisse	39
D. Diskussion	48
E. Zusammenfassung	53
F. Literaturverzeichnis	54
Lebenslauf	65

A. EINLEITUNG

Rohwürste werden im allgemeinen unter Verwendung von Schweinefleisch hergestellt. Wenn sie in das Zollinland eingeführt werden, unterliegen sie daher der Untersuchung auf Trichinen, sofern der Kochsalzgehalt nicht mindestens 4 % und der Wassergehalt höchstens 25 % betragen. Die Durchführung der Trichinenschau bei Rohwürsten stößt nun auf grundlegende Bedenken, da die vorgeschriebenen Proben nicht absolut als repräsentativ gelten können, außerdem müßte jede Wurst untersucht, also auch angeschnitten werden. Daher werden praktisch nur solche Rohwürste eingeführt, die auf Grund des Salz- und Wassergehaltes eine Trichinenuntersuchung überflüssig machen. Solche Erzeugnisse können ohne Zweifel genußfähig sein und sogar einen relativ hohen Genußwert aufweisen. Entsprechende Tests haben jedoch ergeben, daß der optimale Genußwert bei nicht importfähigen salzärmeren Erzeugnissen liegt. Um solche Rohwürste nun aber einfuhrfähig zu machen, müßte gesichert sein, daß eventuell vorhandene Trichinen abgetötet werden. Dazu bietet sich die Kältebehandlung an.

Im Rahmen dieser Arbeit sollte zunächst auf Grund des Schrifttums geprüft werden, welche Kältebehandlung erforderlich ist, um Trichinen abzutöten. Darauf aufbauend sollten fertiggereifte Rohwürste einer entsprechenden Kältebehandlung unterzogen werden, um festzustellen, ob ihr Genußwert durch Einfrieren und Wiederauftauen beeinträchtigt wird. Es sollte außerdem geprüft werden, ob durch eine Folienverpackung für das gesamte Verfahren günstigere Bedingungen geschaffen werden.

B. LITERATUR

I. Maßnahmen zur Abtötung von Trichinen im Fleisch

1. Rechtliches und Epidemiologisches

Im Inland erschlachtetes und ins Zollinland eingeführtes Fleisch, von Schweinen oder anderen Tieren stammend, die Träger von Trichinen sein können, muß auf Trichinen untersucht werden. Im Fall von eingeführtem zubereitetem Fleisch kann die Untersuchung unterbleiben, wenn bestimmte Salz- und Wassergehalte in dem Erzeugnis vorliegen oder wenn eine ausreichende Erhitzung stattgefunden hat. Da normalerweise Rohwürste zumindest unter Beteiligung von rohem Schweinefleisch hergestellt werden, müssen auch sie auf Trichinen untersucht werden, sofern sie nicht einen Kochsalzgehalt von mindestens 4 vom Hundert und einen Wassergehalt von höchstens 25 vom Hundert aufweisen (107a).

In Deutschland hatten die Ende des vorigen Jahrhunderts aufgetretenen Massenerkrankungen mit zahlreichen Todesfällen Trichinenschaupflicht notwendig gemacht. Teilweise bestand schon eine Trichinenschau, aber erst 1900 wurde sie einheitlich durch das Fleischbeschaugesetz geregelt.

SCHÖNBERG (88) wertet die Untersuchungen von SCHOOP an menschlichen Leichen als Beweis, daß die zur Zeit in Deutschland gehandhabte Trichinenschau ein hohes Maß an Sicherheit gewährleistet.

Trichinenfunde sind in Deutschland verhältnismäßig selten. Daß Untersuchungen, wenn auch sehr vereinzelt, doch noch positiv ausfallen, rechtfertigt die Forderung, die Trichinenschau beizubehalten. Bestärkt wird diese Forderung durch die Tatsache, daß am Schlachthof Gelsenkirchen nach langen Jahren negativer Befunde plötzlich wieder Trichinen ermittelt wurden, wie KABATNIK (35) beschreibt.

BARTELS (3) stellte die Trichinenfunde der Jahre 1945-1950 tabellarisch zusammen. Besonders häufige Trichinenfunde gehen dabei auf die im Ausland geschlachteten Schweine zurück, was insofern nicht verwunderlich ist, da die Trichinenschau in vielen Ländern nicht obligatorisch ist.

LANGPAP (50) glaubt, daß die Erfassung der nur schwach mit Trichinen befallenen Tiere auch bei der obligatorischen Trichinenschau weitgehend dem Zufall überlassen sei, so daß über die erfaßten Trichinenfälle hinaus "schwach- oder schwächstrichinöse" Schweine bei der Untersuchung nicht erfaßt werden.

STRUCK (97) berichtet ebenfalls, daß sich in den letzten Jahren häufig "schwachtrichinöse" Schweine unter In- und Auslandschlachtungen befanden.

Sofern nun Rohwürste eingeführt werden, bei denen auf Grund eines geringen Salzgehaltes noch mit invasionsfähigen Trichinen gerechnet werden muß, erweist sich die vorgesehene Trichinenuntersuchung als sehr problematisch.

SCHAAF und BELLERSEN (84) berichten über die Schwierigkeiten, die sich beim Nachweis von Trichinen in Rohwürsten ergeben können. So konnten sie Trichinen oftmals erst im vierten Kompressorium nachweisen. Ihre Untersuchungen zeigen, wie langwierig und dabei doch unsicher der Nachweis von Trichinen in Rohwurst oftmals sein kann. SAUER (83) forderte deshalb bereits 1952, trichinenverdächtige Wurstwaren nach einem entsprechenden Gefrierprozeß tauglich zu machen.

Daß der Verzehr von trichinöser Rohwurst zu Epidemien geführt hat, beweist eine 1951 aufgetretene von SCHAAF und BELLERSEN (84) beschriebene Trichinenepidemie. Sie brach nach dem Verzehr von Cervelatwurst aus, die aus Schweinefleisch ausländischer Herkunft, jedoch im Inland untersucht, hergestellt worden war. Es erkrankten über 400 Menschen.

2. Abtötung der Trichinen in Fleisch und Fleischwaren

STRUCK (97) sowie SCHAAF und BELLERSEN (84) konnten an Beispielen aufzeigen, daß Trichinen in bereits verarbeitetem Fleisch sehr widerstandsfähig sein können. So konnte STRUCK in einem Stück leicht gesalzenem amerikanischem Rückenspeck noch invasionsfähige Trichinen finden, obwohl die Ware in Kühl- und Gefrierräumen gelagert worden war. Wie widerstandsfähig Trichinen in Rohwurst sein können, zeigten SCHAAF und BELLERSEN, die in Cervelatwürsten lebensfähige Trichinen fanden.

Für die Abtötung von Trichinen sind verschiedene physikalische und chemische Verfahren empfohlen worden: Wärme, Kälte, Räuchern, Rohwurstreifung, Pökeln und Bestrahlen.

a) Wärme

FIEDLER (17) stellte fest, daß Trichinen bei Einwirkung von $62,5^{\circ}\text{C}$ nach 10 Minuten bereits absterben, wobei die Länge der Hitzeeinwirkung proportional zur Dicke des Fleisches zu steigern sei. HEMMERT-HALSWICK und BUGGE (29) konnten die Abtötung der Trichinen in der gleichen Zeit schon bei einer Temperatur von 60°C beobachten.

MÜNCHBERG und KNIEWALLNER (62) gelang es, Trichinen aus gewolfem, zu flachen Klößchen geformtem, trichinenhaltigem Fleisch, welches in Fett bis zur Dunkelbraunfärbung der Oberfläche gebraten worden war, auf Versuchstiere zu übertragen. Der noch rötliche Kern eines 25 mm dicken bis zur Hellbraunfärbung der Oberfläche gebratenen, panierten Kotelettstückes enthielt ebenfalls noch massenhaft lebende Trichinen, während in einem 15 mm dicken ebenso behandelten Kotelettstück die Trichinen bereits abgetötet waren.

b) Kälte

Schon 1860 untersuchte LEUCKART (54) das Verhalten der Muskeltrichinen bei niedrigen Temperaturen. Trichinenhaltiges Fleisch wurde bei -20°C bis -26°C für 72 Stunden gefroren. Mit diesem Fleisch konnte er noch Kaninchen infizieren. FIEDLER (17) konnte aber in trichinenhaltigem Schweinefleisch, das 15 Stunden bei -18°C bis -25°C gelagert worden war, keine invasionsfähige Larve mehr feststellen.

RANSOM (81) zeigte, daß bei Einwirkung genügend niedriger Temperaturen Muskeltrichinen im Fleisch vernichtet werden. Das Gefrieren des Fleisches biete als Vorbeuge gegen Trichinose mehr Sicherheit als die mikroskopische Untersuchung. Nach seiner Ansicht ist eine Kältelagerung bei $-15,3^{\circ}\text{C}$ über 20 Tage notwendig.

Wenn FEUEREISSEN (16) in amerikanischem Gefrierfleisch noch invasionsfähige Trichinen festgestellt hat, so kann dies nur darauf zurückgeführt werden, daß das in der Praxis übliche Einfrieren von Schweinefleisch häufig unzureichend ausgeführt wird.

LEYER (55) hält eine Gefrierzeit von 2 Wochen bei -10°C für einen geeigneten Ersatz der Trichinenschau.

MAAS (58) stellte fest, daß bei einer Temperatur von -15°C Trichinen in Schweinehälften erst nach 10 Tagen abgetötet wurden.

Van THIELE (105) fand in bei -10°C eingefrorenen Meerschweinchen nach 10 Tagen keine invasionsfähigen Trichinen mehr.

BLAIR und LANG (5) haben beobachtet, daß die Widerstandsfähigkeit der Trichinen gegenüber Kälte auch von der befallenen Tierart abhängt, und zwar ist sie in Rattenmuskulatur höher als im Meerschweinchenmuskel.

In den USA wird der Trichinengefahr z. T. dadurch begegnet, daß, wie SAUER (83) berichtet, alle Fleisch- und Wurstwaren, in manchen Fällen

schon das Ausgangsmaterial, in verschiedenen Fleisch- und Wurstwarenfabriken tiefgekühlt werden. Trichinoseerkrankungen konnten nach dem Genuß von tiefgekühltem Fleisch bisher nicht ermittelt werden.

Nach STRUCK (97) wäre eine Temperatur von $- 27^{\circ}\text{C}$ über 36 Stunden schon ausreichend, um Trichinen abzutöten.

GISSKE (21) macht die erforderliche Einwirkungsdauer der Kälte sowohl von der angewandten Gefriertemperatur als auch der Dicke des Fleisches abhängig. So muß bei 15 cm dicken Fleischstücken eine Temperatur von $- 15^{\circ}\text{C}$ über 20 Tage, bei Stücken von 15 bis 70 cm Dicke über 30 Tage einwirken.

SAUER (83) sowie GOULD und KAASA (23) konnten bei folgenden Temperaturen und Einwirkungszeiten sichere Abtötung der Trichinen im Schweinefleisch erreichen:

$- 30^{\circ}\text{C}$	für 24 Stunden
$- 33^{\circ}\text{C}$	für 10 Stunden
$- 35^{\circ}\text{C}$	für 40 Minuten
$- 37^{\circ}\text{C}$	für 2 Minuten

RASCHKE (82) fand in Schweinefleisch, das 48 Stunden bei $- 17,8^{\circ}\text{C}$ gekühlt worden war, noch entwicklungsfähige Trichinen.

Wie aus den angeführten Untersuchungsergebnissen verschiedener Autoren ersichtlich ist, werden unterschiedliche Angaben über die Kälteeinwirkungen auf Trichinen gemacht. STROBL (96) führt dies auf individuelle Resistenzunterschiede der Trichinen gegenüber Kälte zurück. Aus diesem Grunde könnten auch keine eindeutigen Angaben über absolute Invasionsbeeinträchtigungen der Trichinen durch Gefrieren gemacht werden. Aus Sicherheitsgründen schlägt er deshalb vor, die Einwirkungsdauer der als notwendig erwiesenen Temperaturen um eine zusätzliche Zeitspanne von 15 % zu verlängern. Für eine eventuelle amtliche Vorschrift über das Gefrieren von trichinösem und trichinenverdächtigem Fleisch schlägt er folgende Temperaturen vor, die im Kern des Fleisches vorhanden sein müssen:

bei $- 11^{\circ}\text{C}$	mindestens	24 Tage
" $- 15^{\circ}\text{C}$	"	10 Tage
" $- 20^{\circ}\text{C}$	"	5 Tage
" $- 25^{\circ}\text{C}$	"	42 Stunden
" $- 30^{\circ}\text{C}$	"	28 Stunden
" $- 35^{\circ}\text{C}$	"	50 Minuten
" $- 40^{\circ}\text{C}$	"	5 Minuten

LÖRINCZ und NEMESERI (56) betrachten Schweinefleisch, das bei -20°C gefroren worden ist, als frei von Trichinen. Fleisch, welches sie bei -20°C 96 Stunden gefroren hatten, enthielt nur noch tote Larven.

VALLÉS (107) beobachtete, daß mit bei -24°C 14 Stunden lang tiefgefrorenem, trichinösem Schweinefleisch Goldhamster nicht infiziert werden können. Nach seiner Meinung würde eine Kerntemperatur von -22°C sicherer Schutz gegenüber einer Trichineninvasion gewähren.

FILIPP (18) schlägt auf Grund seiner Untersuchungen vor, bei den Bestimmungen des Fleischbeschgesetzes von 1940 die Fleischbarmachung trichinösen Fleisches neben Dämpfen oder Kochen gleichwertig die Tiefgefrierung einzusetzen.

Übertragungsversuche, die MÜNCHBERG und KNIEWALNER (62) mit gefrorenem trichinösem Schweinefleisch durchführten, verliefen positiv, wenn das Fleisch 48 Stunden bei -24°C , bis 22 Tage bei -12°C und bis 42 Tage bei -8°C gelagert wurde. In gleichlaufenden Versuchen wurden nach folgenden Lagerzeiten und Temperaturen noch bewegliche Trichinen gefunden: unter -18°C nach 5 Tagen, bei -14°C nach 11 Tagen, bei -12°C bei 34 Tagen und bei -8°C nach 42 Tagen. Ihre Untersuchungen zeigen auch, daß längeres Gefrieren bei -15°C von Fleisch, welches zur Rohwurstherstellung verwendet werden soll, auf eventuell darin enthaltene Trichinen keine Wirkung hat.

c) Räuchern, Rohwurstreifung und Pökeln

Diese Verfahren sind für die Abtötung der Trichinen allein unzuverlässig.

KASECKER (37) berichtet, daß bei der Trichinenepidemie in Stuttgart, die durch Genuß von geräuchertem Bärenfleisch hervorgerufen wurde, Pökeln und Räuchern zusammen nicht ausgereicht hatten, alle Trichinen abzutöten.

LÖRINCZ und NEMESERI (56) fanden in einer 4 Tage im Kaltrauch geräucherten Wurst noch lebende Trichinen. Dagegen konnten sie in zwei Wochen alten, zum Verkauf geeigneten, schnittfesten Erzeugnissen nur noch abgestorbene Trichinellen nachweisen.

HENNEBERG und BACHLECHNER (30), die Versuche mit aus trichinösem Schweinefleisch hergestellten Salamiwürsten durchführten, fanden 2 Wochen nach der Herstellung keine invasionstypischen Trichinen mehr. Sie schlagen allerdings einen Sicherheitsbereich von 4 Wochen vor.

Daß nicht in allen Rohwürsten nach der Reifung Trichinen abgetötet zu sein

scheinen, zeigt der bereits erwähnte Ausbruch einer Trichinenepidemie nach Genuß von Cervelatwurst, die dabei erst 4 bis 8 Wochen nach der Herstellung verkauft worden war.

KNIEWALLNER (41) stellte durch Fütterungsversuche fest, daß Landjäger und Kantwürste mindestens bis zum sechsten Tag, Plockwürste bis zum fünften Tag nach der Herstellung invasionsfähige Trichinen enthalten können.

LEYER (55) fand, daß 30tägige Pökellung in einer 16 %igen Pökellake ausreicht, um Trichinen auch in den tiefen Schichten abzutöten.

LÖRINCZ und NEMESERI (56) beobachteten, daß Trichinen in Rohwürsten bei einem Kochsalzgehalt von mindestens 4 % nach 14tägiger Lagerung abgetötet waren. Was die Kochsalztoleranz von Trichinen betrifft, so wurden diese in einer 4 %igen Lösung nach 8 bis 9 Stunden und in einer 5 %igen nach 3 1/2 Stunden abgetötet.

ALLEN und GOLDBERG (1) konnten in Würsten mit einem 3,5 %igen Kochsalzgehalt 25 Tage nach der Herstellung noch invasionsfähige Trichinen finden; nach 28 Tagen jedoch waren alle Trichinen abgetötet.

FEUEREISSEN (16) fand in amerikanischem Salz- und Pökelfleisch wiederholt invasionsfähige Trichinen. Die Fütterungsversuche von HIENZSCH (31) mit gepökelttem amerikanischem Schweinefleisch, dessen Kochsalzgehalt zwischen 12,2 und 14,7 % betrug, verliefen dagegen alle negativ. Da das Fleisch beim üblichen Pökelf Verfahren in der Regel einen Kochsalzgehalt über 6 % annimmt, würde nach seiner Ansicht die Lebensfähigkeit der Trichinen durch das Pökeln auch nicht besonders geschädigt.

JONACZ (14) vertritt die Meinung, daß bei Fleisch mit einem Kochsalzgehalt über 10 % die Trichinenschau unterbleiben könne. Nach KUPPELMAYR (47) dagegen kann die Invasionsfähigkeit von Trichinen erst bei einem Kochsalzgehalt von 13 % mit Sicherheit ausgeschaltet werden.

SÜSKIND (98) stellte fest, daß 8 bis 10 Wochen alte Muskeltrichinellen durch starke Pökellung (10 Teile Kochsalz auf 100 Teile Fleisch) schon innerhalb der ersten Woche abgetötet werden können.

MÜNCHBERG und KNIEWALLNER (62) konnten im Tierversuch nach einer Pökeldauer von 22 Tagen in 6 und 10 %iger, nach 15 Tagen in einer 15 und 18 %igen sowie nach 14 Tagen in einer 20 und 25 %igen Lake noch invasionsfähige Larven feststellen.

FIEDLER (17) berichtete, daß Trichinen durch Austrocknen des Fleisches ebenfalls wirksam vernichtet werden können. Diese Maßnahme ist aber beim Fleisch vom wirtschaftlichen Standpunkt her ohne praktische Bedeutung.

d) Bestrahlung

GOMBERG und GOULD (22) sowie KRAYBILL (46) gelang es, die Invasionsfähigkeit von Trichinen durch Bestrahlung mit Kobalt-60 oder Caesium-137 auszuschalten.

Die Anwendung ionisierender Strahlen für Lebensmittel ist dabei nicht unbedenklich.

GISSKE (19) stellte fest, daß die Anwendungsmöglichkeit von Ultraschallwellen zur Abtötung von Trichinen ebenfalls nur bedingt möglich ist, da die zur Abtötung benötigten Wellen infolge ihrer Hitzeentwicklung den Rohfleischcharakter verändern.

Auch die Wirkung von Röntgenstrahlen wurde untersucht. GOMBERG und GOULD (22) halten 3500 r zur Erreichung der Sterilität der Parasiten für ausreichend.

II. Rohwurst

1. Begriffsbestimmung

In der Literatur ist der Begriff "Rohwurst" unterschiedlich definiert. SEDLMEIER und KOTTER (39) verstehen unter Rohwürsten "roh zum Verkauf gelangende Wurstwaren, die einem Räucherungsprozeß unterzogen wurden". Später definierte KOTTER zusammen mit PRÄNDL (41) Rohwürste als "roh zum Verkauf gelangende, streichfähige oder schnittfeste Wurstwaren, die im Gegensatz zu rohen Bratwürsten einem Trocknungsprozeß und meist auch noch einer Rauchbehandlung unterzogen werden und deshalb eine gewisse Haltbarkeit aufweisen". In der Literaturbesprechung sollen hier nur schnittfeste Rohwürste berücksichtigt werden.

2. Herstellungsverfahren

Die Rohwurstreifungsverfahren in den einzelnen Ländern sind meist unterschiedlich. Diese Verschiedenheit wird auch im Ausgangsmaterial durch klimatische Verhältnisse und sonstige Umwelteinflüsse bedingt. Auch innerhalb der engeren

regionalen Bereiche sind meist nach Qualität abgestuft unterschiedliche Rezepturen zu finden. Gute Würste bestehen im allgemeinen ausschließlich oder fast nur aus Schweinefleisch. Der Anteil an Rindfleisch schwankt meist der Qualität entsprechend. Die Wurstmasse enthält jedoch immer Kochsalz, einen Umrötungsstoff - Salpeter und/oder Nitritpökelsalz - und nach Rezeptur Kohlehydrate und Gewürze.

Die Rohwurst wird im weiteren Herstellungsprozeß entweder einem kombinierten Trocknungs- und Räucherverfahren oder lediglich der Lufttrocknung unterzogen. In skandinavischen Ländern wird auch die Reifung in der Lake vorgenommen.

Während der Reifung werden Temperaturen zwischen 12 und 18° C angewandt; Schwitzverfahren laufen bei Temperaturen bis 28° C ab. Daneben gibt es auch noch Verfahren, bei denen entweder kurzzeitig hohe Temperaturen oder extrem tiefe Temperaturen wirksam werden. Einige Verfahren sind auch miteinander kombiniert worden. Die Stabilität der Rohwürste und die Begünstigung einer bestimmten Flora scheinen durch Reifungstemperaturen um 12° C günstig beeinflusst zu werden (38, 63). Vor höheren Reifungstemperaturen insbesondere über 18° C wird immer wieder gewarnt, weil dadurch leichter Verderbnis eintreten kann. (38)

Nach MARAZZA und SERINI (59) hängt die Reifungsdauer von der Art des Wurstfüllgutes, Beschaffenheit der Wursthülle, Wurstgröße und Umwelteinflüssen ab.

3. Reifungsprozeß

In dem zerkleinerten, rohen Ausgangsmaterial, das die Umrötungsstoffe, Zusatzstoffe und Gewürze enthält, laufen während des Reifungsprozesses viele physikalische, chemische und biologische Vorgänge nebeneinander ab, die erst die fertige Rohwurst mit ihren spezifischen Eigenschaften (Schnittfestigkeit, besondere Aromabildung, Farbe und Haltbarkeit) bedingen.

a) Feuchtigkeitsverlust

Während des Reifungsprozesses kommt es zu einer Feuchtigkeitsverminderung im Rohwurstgut, was durch langsames Senken der Luftfeuchtigkeit reguliert wird. Damit wird plötzliches Abtrocknen der Oberfläche verhindert, und das Wasser kann auch vom Kern des Wurstgutes nach außen abgegeben werden. Sofern es infolge zu geringer Luftfeuchtigkeit zur Ausbildung eines Trocken-

rundes kommt, doch eine weitere Trocknung des Kochsaftes unter Vakuum zu hindern, kommt es bald zur Konzentrationsminderung. Die normalen Schwereverhältnisse sind unterschiedlich. SCHMIDT (11) errechnete Feuchtigkeitsverluste von 25 bis 30 %, für harte Wurstwaren sogar 40 bis 45 %.

Die Trocknung wird nicht allein durch Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflusst. Es ist die Hydratation des Fleischeweisses auch maßgebend. Diese wird unter anderem von p_{H^+} und Ionenstärke bedingt, wobei die beiden letzteren sich gegenseitig beeinflussen. So stellte NIINIVAARA (102) fest, daß bei einem p_{H^+} von 5,1 Kochsalz die Wasserbindungsfähigkeit vermindert wird, während unter diesem Wert die Wasserbindungsfähigkeit vermindert wird. Bei der Herstellung der p_{H^+} -Wert unter 5,1 absinkt, wird bei normaler Salzkonzentration die Wasserbindung abgeschwächt und somit die Wasserbindungsfähigkeit erniedrigt.

TENCATE (103) stellt die schnelle und starke Säuerung des Wurstgutes bei hohen Zuckerkonzentrationen als erheblichen Vorteil der Schnellverfahren dar, da bei der p_{H^+} -bedingten starken und raschen Dehydratation auch die Trocknung gefördert werde.

b) Bildung der Schnittfestigkeit

CORETTI (7) führt die Entstehung der Schnittfestigkeit auf den Feuchtigkeitsverlust zurück. Nach KOTTER und PRÄNDL (14) müssen die Fleischpartikel und Fetteilchen umschließen, wenn nach der Trocknung ein Zusammenhalt vorliegen soll. Unter dem Einfluß der zugesetzten Salze wird Muskelsubstanz als Kollagen an den Grenzflächen aktiviert und kann auf Grund seiner niedrigen Grenzflächenspannung die Speckteilchen benetzen. Während der Reifung verfestigt sich die Kollagen, so daß die Partikel untereinander gebunden sind. KOTTER, TERPLAN und GERVASINI (45) beobachteten darüber hinaus, daß die Verfestigung des Wurstgutes wesentlich durch mikrobiell bedingte p_{H^+} -Senkung hervorgerufen wird, so daß die Keime mittelbar auch die Schnittfestigkeit fördern. TENCATE (102) bewies später diese Auffassung anhand von Modellversuchen. Schnittfestigkeit und Prallwerden der Rohwürste sind nach ihm vom Erreichen eines bestimmten niedrigen p_{H^+} -Wertes sowie einer bestimmten Kochsalzkonzentration abhängig. Bei 4 % Salzgehalt tritt die Verfestigung z. B. erst unterhalb von p_{H^+} 5,4 auf; bei weniger Salz erst bei einem viel niedrigeren p_{H^+} -Wert. Auf die kolloidchemische Beziehung zwischen den beiden Faktoren hatte früher schon NIINIVAARA hingewiesen.

c) Veränderung des Salzgehaltes

KARPATI (36), der das Salz/Wasser-Verhältnis genau studierte, kam zu der Feststellung, daß der Wasserausgleich zwischen äußeren und inneren Schichten langsamer verläuft als die Salzdifffusion, wobei außen 16 und innen 32,1 % Wasser bzw. 3,8 und 6,4 % Kochsalz zu bestimmen waren. Da in der Wurst das Salz in Form einer Lösung im Fleischsaft vorliegt, wird bei der Trocknung nicht freies Wasser, sondern in der Salzlösung und im Eiweiß gebundenes Wasser entfernt.

Das Verhältnis vom Salz- zum Wassergehalt, das KARPATI als "Salzkonzentration" bezeichnete, ist auch für die übrigen Vorgänge von wesentlicher Bedeutung. Mit zunehmender Trocknung wird durch die Steigerung der Salzkonzentration abgesehen vom Geschmack der Keimgehalt beeinflußt. Nach LERCHE (52) wird der Keimgehalt durch das Kochsalz dahingehend gelenkt, daß die gramnegative Flora stark gehemmt, während Mikrokokken, Hefen sowie Laktobazillen auch mit Anstieg der Salzkonzentration gefördert werden.

LERCHE (52) und TEN CATE (103) weisen darauf hin, daß die Salzzugabe eine deutliche Verschiebung des p_H -Wertes bewirke.

Ein Mindestgehalt an Salz ist zur Unterdrückung des Wachstums unerwünschter Bakterien notwendig. EMPEY (12) stellte fest, daß aus diesem Grunde in ungarischer Salami soviel Kochsalz in Wasser gelöst sein muß, daß mindestens eine Salzkonzentration von 12,5 % besteht. Nach TÖRÖK (106) ist diese Voraussetzung durch ein Salz/Wasser-Verhältnis von 1:7 gegeben. Nach KELLER und BALDENIUS (38) sowie NEEMANN (63) sollte der Kochsalzgehalt im Brät 3,2 % nicht unterschreiten.

d) Veränderung der Bakterienflora

Während des Reifungsprozesses ohne oder mit schwacher Räucherung "beschlägt" sich die Wurst mit trockenem Schimmel. Diese Pilze verbreiten sich dabei sehr schnell, so daß die Wurstoberfläche vollkommen bedeckt wird. Nach CESARI und GUILLIERMOND (6) sind auch Hefen an der Belagbildung beteiligt. Bei italienischer Salami handele es sich meist um *Debarmyces*-Hefen, die aus der Umgebung in das Wurstgut gelangen. LERCHE und LAMMERS (53) fanden in deutschen Rohwürsten stets *Torulopsis candida*. ENTEL (13) erklärt diesen Vorgang der Belagsbildung damit, daß die sich bereits im Wurstbrät befindenden Hefen infolge ihres hohen Sauerstoffbedarfes durch vegetative Sprossung mit fortschreitender Reifung nach außen "wandern" und zusammen mit Mikrokokken auf der Wursthülle den als "Wurstblüte" bezeichneten Belag bilden.

Auch im Wurstgut der Rohwurst befinden sich Bakterien, die an dem Vorgang der Reifung maßgeblich beteiligt sind.

Nach LERCHE (52) gelangen die oft in dichten Rasen auf der Fleischoberfläche befindlichen Mikroorganismen während des Herstellungsprozesses der Rohwurst in das Wurstgut.

POLITI, COLLA und CORBERI (79) untersuchten den Keimgehalt und stellten zu Beginn der Reifung Keimgehalte von etwa einer Million Keimen/g fest; während der Reifung erfolgte eine Vermehrung um ungefähr das 1-4-hundertfache, gegen Ende der Reifung eine Verminderung. In CORETTI (9) durchgeführten Untersuchungen stieg der Keimgehalt pro Gramm Wurst innerhalb von 2 Wochen von $4 \cdot 10^6$ auf $2 \cdot 10^7$, TAKACS und ZUKAL (100) beobachteten, daß selbst in fertig gereiften Würsten oft noch 10^{10} Keime/g zu ermitteln sind.

Im Laufe der Lagerung nimmt der Bakteriengehalt nach NIINIVAARA und POHJA (67) langsam zu.

Gehalt und Qualität der Keime sind je nach Rohwurstart, Herstellungsverfahren, Reifungsstadium und Lagerung unterschiedlich. Zu Beginn der Reifung ist die Flora immer sehr vielfältig. ZANZUCCHI und DELINDATI (110) wiesen in der Ausgangsmasse 20, LERCHE (52) 50 Bakterienarten nach. Bei den Untersuchungen LERCHE'S lagen dabei überwiegend Mikrokokken, auch Streptokokken, Pseudomonas-, Escherichia-, Proteus-Bakterien, "Mesentericus-Subtilis-Bazillen" und Hefen vor. Während der Reifung änderte sich das Mikrobengbild völlig, die gramnegative Flora wurde zugunsten der grampositiven weitgehend zurückgedrängt. Am Schluß der Wurstreifung waren nur noch wenige Keimarten (Laktobazillen, Mikrokokken und Hefen) übrig, die dann in außerordentlich großer Zahl vorlagen.

NIINIVAARA und POHJA (67,68), die Rohwürste während der Reifung studierten, fanden 215 verschiedene Bakterienstämme: Mikrokokken, gramnegative und grampositive kurze und lange Stäbchen, Streptokokken, sogenannte Kokkenbazillen und Hefen. Sie beobachteten ein Absinken der Keimzahl während der Räucherung, von dem insbesondere die gramnegative Flora und Mikrokokken betroffen wurden, so daß Laktobazillen in der fertigen Wurst vorherrschten.

Nach CORETTI (7) kommen folgende Keime in Rohwürsten vor: verschieden pigmentierte Mikrokokken, mehrere Sarcinenarten, alle Vertreter der Enterokokkengruppe, "Lactis-Streptokokken", anaerobe Streptokokken, Laktobazillen, Microbakterien, Leuconostocarten, "Pseudomonas-, Achromobacter-, Proteus-, Escherichia-Aerobacter-Gruppe", Bacillusarten und Hefen.

Die Veränderungen der Flora werden von verschiedenen Faktoren beeinflußt. TAKACS und ZUKAL (100) stellten fest, daß bei einem Salzgehalt von 3,9 %, der einer Salzkonzentration von 13-16 % bezogen auf den Wassergehalt entspricht, und bei einem p_H -Wert von 5,9 die gramnegative Flora verschwindet. Auch TEN CATE (103) beschrieb das Absterben der gramnegativen Bakterien mit sinkendem p_H -Wert.

NIINIVAARA (65) schreibt auch dem bei der Nitratreduktion entstehenden Hydroxylamin bakterizide Wirkung zu.

Nach CORETTI (8) wirkt neben p_H -Wert, fortschreitender Austrocknung und damit verbundener Zunahme der Kochsalzkonzentration auch der Gehalt der Gewürze an ätherischen Ölen antimikrobiell.

LERCHE (52) vermutet außer bereits erwähnten Faktoren gegenseitige Beeinflussung von Keimen durch antibiotische Stoffe.

e) Umrötung

Im Ablauf der biochemischen Vorgänge spielen die Bakterien eine wesentliche Rolle.

Nach NIINIVAARA (66) wird Nitrit - sofern Nitrat zugesetzt wurde, wird dies zuerst vor allem durch Mikrokokken reduziert - zu Stickoxyd abgebaut. Dieses verbindet sich mit dem Muskelfarbstoff zu Nitrosomyoglobin, das dann schon einige Tage später als Nitrosomyochromogen, also in denaturierter Form, vorliegt. Für den Ablauf dieser Reaktionen sind neben p_H -Wert auch der Feuchtigkeitsgehalt sowie der Temperatureinfluß verantwortlich.

Nach LERCHE (52) sind neben Bakterien auch Hefen an der Umrötung beteiligt. Obwohl Hefen keine nitratreduzierenden Eigenschaften besitzen, soll ihr hohes Sauerstoffbedürfnis eine besonders rote Farbe bewirken. Das leuchtende Rot luftgetrockneter Salami führt er in erster Linie auf die starke Hefeneinwirkung zurück. Dies wurde durch ENTEL (13) bestätigt, der durch Zusatz von Hefen zur Rohwurstmasse Reifungsvorgänge sowie Farb- und Aromabildung beschleunigen konnte.

f) Aromabildung

Das wichtigste Kriterium für die Qualitätsbeurteilung einer Wurst ist neben Farbe und Haltbarkeit das Aroma. Dieses wird bis zu einem gewissen Grad durch die Art des Ausgangsmaterials, Gewürze und Reifungsverfahren bestimmt. Zur typischen Aromabildung kommt es jedoch erst während der Reifung, so daß eine direkte Beziehung zu den bakteriellen Stoffwechselvorgängen besteht.

ZANZI, CCHI und LEANDATI (111) bringen die Aromabildung mit dem bakteriell-enzymatischen Abbau von Proteinen, Fetten und Kohlenhydraten in Zusammenhang. Nach ihrer Meinung verursachen vor allem lipolytische Enzyme der Bakterien die Aromabildung. Dabei seien weder Gattung noch Art der einzelnen Mikroorganismen für die Natur und Intensität des Aromas ausschlaggebend. TEN CATE (104) hält den Einfluß von Lipasen auf den Geschmack des Produktes für möglich. Er fand bei der Untersuchung der Rohwurst während der Reifungsperiode eine linear verlaufende Fettsäurepaltung. Da die Laktobazillen keine Lipasen bilden, wird die Fettsäurehydrolyse den Lipasen der Anfangsflora zugeschrieben, die etwa zwei Wochen nach dem Einsetzen der Reifung absterben sollen. Die Bildung von Geschmacksstoffen durch die Zuckeraabbau. Dabei soll nach PEZACKI (105, 106, 107) neben Brenztraubensäure und Äthylalkohol gebildet werden. Da auch Aminosäuren Geschmacksstoffe sind, soll der Eiweißabbau durch Bakterien für den Geschmack der Rohwürste nicht unbedeutend sein. PEZACKI hat die Proteolyse in der Rohwurst untersucht, wobei die Verminderung der Fleischproteine Myosin, Myogen und Myoalbumin am bedeutendsten ist; dabei kommt es zu einer Anreicherung von freien Aminosäuren.

Auch NIINIVAARA und POHJA (14) beobachteten, daß neben laktischwurstbildenden Bakterien auch proteolytische an der Rohwurstreifung beteiligt sind. Werden einige dieser Bakterien nicht abgetötet, so können sie eine Proteolyse der Eiweißstoffe verursachen, wobei letztlich die Aminosäuren durch Desaminierung abgebaut werden und Ammoniak gebildet wird.

LERCHE und LAMMERS (53) rechnen auch damit, daß es durch Hefen in der Wurst zu bestimmten Aufspaltungen von Eiweiß, Zucker und auch Fett kommt.

Nach FARKAS und VAS (14) ist der Mikroflora in der Aromabildung keine wesentliche Bedeutung zuzuschreiben, sie führen die Freisetzung charakteristischer Aromastoffe in der Salami in erster Linie auf Gewebsenzyme zurück.

III. Die Beeinflussung der Fleischqualität durch Gefrieren

Gefrierverfahren werden in immer größerem Rahmen zur Lebensmittelkonservierung herangezogen. PRECHT, CHRISTOPHERSEN und HENSEL (80) sehen im Tiefgefrieren einen völligen Konservierungsprozeß von Nahrungsmitteln, der allen chemischen und physikalischen Konservierungsverfahren hinsichtlich Erhaltung des Nährwertes, Geschmacks und Aussehens überlegen ist.

Der Mechanismus des Gefriervorganges sowie sein Einfluß auf die Qualität der Lebensmittel ist in zahlreichen Untersuchungen geprüft worden.

1. Der Vorgang des Gefrierens

Während des Gefrierprozesses erfährt das kolloidale System des Gewebes auf Grund der physikalischen Aggregatänderung vom Flüssigen zum Festen eine bedeutende Veränderung, die vielseitige Folgen haben kann.

PLANK (78) erklärt den Vorgang des Einfrierens folgendermaßen: Das erste Eis, welches während der Abkühlung abgeschieden wird, besteht aus reinem Lösungsmittel, das durch fortgesetzte Abkühlung immer mehr ausgefroren wird, bis schließlich der für jede Lösung charakteristische Sättigungspunkt erreicht ist. Im Bereich des Sättigungspunktes scheiden sich auf dem Eis die Kristalle der gelösten Substanz ab, und die gesamte Flüssigkeit erstarrt. PLANK konnte auch beim Einfrieren von tierischem Gewebe beobachten, daß sich beim langsamen Einfrieren Eiskristalle des ausfrierenden Wassers in den Interzellularräumen bildeten. Dagegen froh das Wasser bei hoher Gefriergeschwindigkeit innerhalb der Zellen bzw. der Muskelfaser selbst.

KUPRIANOFF (49) schildert die Folgen von einem der wichtigsten Vorgänge beim Gefrieren, der Volumenzunahme des Wassers. Die Interzellularräume können, je nach Dichte des Lebensmittels, einen gewissen Grad der Ausdehnung auffangen. Bei dichten Nahrungsmitteln, wie Fleisch, wird die Gewebstruktur im Inter- und Intrazellulärbereich einer starken Druck- und Zugspannung ausgesetzt, welche schließlich den Zusammenbruch der Faserstruktur verursachen kann.

MORAN (61) beobachtete die Vorgänge während der Eisbildung im Fleisch bei -20°C . Dabei konnte er feststellen, daß sich große Kristalle in der Mitte des gefrorenen Stückes gebildet hatten, am Rande dagegen, wo zum Einfrieren nur kurze Zeit benötigt wird, waren die Eiskristalle sehr klein.

LUYET (57) machte dieselbe Feststellung; dabei konnte er beobachten, daß

sich Eiskristalle mit großer Geschwindigkeit longitudinal ausbreiten, Neben diesen "speierartigen" Kristallen kann aber die Eisbildung auch "schleierartig" longitudinal, oder nach Erwärmen der schleierartigen Stellen "wolkenartig" erfolgen.

Nach SCHÄFER (85) ist die Bildung grob- oder feinkörniger kristalliner Gebilde abhängig vom Verhältnis der Kernbildungsgeschwindigkeit zur Geschwindigkeit des Kristallwachstums. Je größer dieses Verhältnis sei, desto größer würden demzufolge die einzelnen Kristalle. In der Gefrierkonservierung ist dieses Verhältnis von großer Wichtigkeit, da möglichst kleine Kristalle erwünscht sind. Die Veränderungen, welche als Folge der Bildung von Eiskristallen entstehen, werden durch die Erhöhung der Gefriereschwindigkeit herabgesetzt. Aus diesem Grunde ist das Schnellgefrieren gegenüber dem Langsamgefrieren von Vorteil.

Auch KUPRIANOFF (48) berichtet, daß die Struktur der Muskeifasern durch grobkristalline Eismassen völlig zerstört werde, während die Querstreifung bei feinkristallinem Eis gut erhalten bleibe.

Die Eisbildung beginnt in der Interzellulärsubstanz, das Wachstum der Kristalle erfolgt dabei auf Kosten des infolge von Exsmose austretenden Wassers. Im Zellinnern werden Elektrolyte stark konzentriert, was zur Denaturierung der Proteine führen kann. Allerdings steigt die Ausflockung nicht proportional zur Konzentrierung des Plasmas, da die Eiweiße bevorzugt in solchen Bereichen ausfallen, die durch große Reduktionsoberfläche bei starker Konzentrierung und hohen Gefriertemperaturen charakterisiert sind. Deshalb muß nach Möglichkeit dieser Temperaturbereich möglichst schnell durchlaufen werden.

DEATHERAGE und HAMM (10) stellten fest, daß Schnellgefrieren einen sehr kleinen, aber eindeutigen Anstieg des Wasserbindungsvermögens vom Fleisch verursacht, was wahrscheinlich durch mechanische Lockerung der Gewebestruktur infolge der Bildung kleiner Eiskristalle in der Zelle herbeigeführt wird. Beim Langsamgefrieren konnte eine deutliche Verringerung des Wasserbindungsvermögens beobachtet werden, wobei als Ursache die Destruktion der Proteinkörper durch größere Eiskristalle vermutet wird.

2. Einfluß des Gefrierens auf Mikroorganismen und Fermente

Der Beginn der Eisbildung liegt meist oberhalb von -5°C ; wie MORAN (61) berichtet, sind bei -5°C ungefähr 82 % des Wassers im Fleisch gefroren.

Nach PRECHT, CHRISTOPHERSEN und HENSEL (80) soll bei -60 bis -65°C

vollkommenes Gefrieren erreicht sein. Diese Temperatur ist in der Kältetechnik praktisch nicht zu erreichen. Bei den meisten Lebensmitteln sind jedoch bei -20°C schon 70 bis 95 % des Wassers gefroren, und eine Vermehrung der Mikroorganismen ist nicht mehr möglich, da die aktiven Lebensprozesse (Wachstum, Stoffwechsel) an die Anwesenheit von flüssigem Wasser als Lösungsmittel gebunden sind. Sobald das Wasser gefriert, kommen die Lebensvorgänge zum Erliegen. Von einigen Mikrobenarten können daher in Substraten mit hohem Gehalt an löslichen Substanzen und dadurch bedingter Gefrierpunktniedrigung außerordentlich tiefe Temperaturen erreicht werden.

KIERMEIER und CODURA (40) schreiben, daß der Geschwindigkeitsablauf der Reaktionen in Lebensmitteln entsprechend der Reaktionsgeschwindigkeit-Temperaturregel sowie infolge des geringen Wassergehaltes, bedingt durch das Ausfrieren, verlangsamt wird.

Obwohl Bakteriensuspensionen, nachdem sie der Temperatur der flüssigen Luft ausgesetzt wurden, noch lebensfähig sind, erbrachten, wie PLANK (78) beschreibt, quantitative Feststellungen der nach dem Gefrieren noch lebenden Zellen eine bemerkenswerte Abtötungsrate.

Nach SCHÖNBERG (37) ist die Zahl der überlebenden Keime von der Geschwindigkeit des Einfrierens und Auftauens abhängig. Langsames Einfrieren und rasches Auftauen bewirken die stärkste Abnahme, während rasches Einfrieren und langsames Auftauen zur geringsten Abnahme der Mikroorganismen führen.

Untersuchungen von STILLE (95) zeigten, daß der kritische Temperaturbereich für Mikroorganismen bei Temperaturen über -24°C liegen. Weitere Temperatursenkungen sollen keine stärkere Schädigung zur Folge haben. Hohe Wasserstoffionenkonzentrationen verringern dabei die Kälteresistenz der Mikroorganismen. Der "Kältetod" der Bakterien kann in drei verschiedenen Phasen beobachtet werden: 1. während des Gefrierens, 2. in eingefrorenem Zustand und 3. während des Auftauens.

Nach PLANK (78) werden durch das Auftauen für Mikroorganismen günstige Lebensbedingungen in den Lebensmitteln geschaffen. Die Mikroben können das Gefriergut leichter angreifen, weil die Zellen ihre Resistenz verloren haben. STILLE (94) und SULZBACHER (99) konnten jedoch bei aufgetautem Gefrierfleisch keine raschere Keimentwicklung als bei ungefrorenem Fleisch entdecken.

Entsprechend der Mitroorganismen betonen auch die enzymatischen Reaktionen in ihrer Geschwindigkeit ab und kommt schließlich beim Gefrieren des Milieus völlig zum Erliegen.

Nach KIERMEIER (39) ist das Verhalten nicht in allen Enzym-substrat-Systemen gleich, da die Enzyme durch den Gefriervorgang in verschiedener Weise beeinflußt werden. So kann bei einer Temperatursenkung unter den Gefrierpunkt die dabei erfolgende Salzkonzentrierung in der flüssigen Phase eine Fällung der meisten Enzyme bedingen. Ob und in welchem Umfang nur über diesen Effekt eintreten kann, wird von den anderen löslichen Begleitstoffen, vor allem von Säuren und Kohlehydraten, bestimmt.

BALLS und LINEWEAVER (2) konnten proteolytische Aktivität noch bei -18°C und Fettspaltung noch bei -30°C feststellen. Die lytischen Vorgänge verlangsamen sich mit fallenden Temperaturen, wobei die Aktivität inachmal so gering ist, daß sie nicht mehr festgestellt werden kann. Da jedoch nach dem Auftauen die Vorgänge wesentlich schneller ablaufen, muß angenommen werden, daß schon vorher eine teilweise Reaktion stattgefunden hat.

Auch SIZER und JOSEPHSON (91) sowie KORMENDY (42) konnten bestätigen, daß niedrige Temperaturen die Enzymreaktionen zwar verlangsamen, aber die Enzyme selbst dabei nicht inaktivieren. Sie stellten fest, daß eine Temperatursenkung um 1°C die Aktivität von Invertase, Trypsin und Lipase im Bereich unter -2°C ungefähr fünfmal stärker verlangsamt, als im Temperaturbereich über 0°C .

HOTTENROTH (32) beschreibt die auch mehrfach von anderer Seite gemachte Beobachtung, daß Enzyme nach Gefrieren und Wiederauftauen eine Aktivitätssteigerung zeigen. Unter anderen Bedingungen könne aber auch eine Abnahme der Aktivität durch Gefrieren festgestellt werden. NORD (72) erklärte diese Unterschiede mit Aggregation und Disaggregation, welche die Teilchen der lyophilen Biokolloide in wässriger Lösung je nach ihrer Konzentration bei Gefrier-temperaturen erfahren. Die Disaggregation, welche in Lösungen von Konzentrationen bis 1 % eintritt, sei dabei für die Aktivitätssteigerung verantwortlich zu machen, da sie eine Oberflächenvergrößerung und damit eine Konzentrationserhöhung zur Folge habe. Bei Konzentrationen über 1,5 % trete Aggregation und damit eine Abnahme der Enzymwirksamkeit ein.

Die Aktivitätssteigerung der Enzyme in Nachprodukten nach dem Gefrieren und Wiederauftauen kann nach HOTTENROTH (32) aber auch folgende Ursachen haben: Durch das Gefrieren kann der im Zellverband verankerte Teil des Enzyms, das Desmoenzym, dem synthetisierende Eigenschaften zugeschrieben

werden, freigelegt und dabei in hydrolysierendes Lyoenzym übergeführt werden. Damit würde die Menge an löslichem Enzym vermehrt und somit eine Aktivitätssteigerung vorgetäuscht.

Nach KIERMEIER (39) werden Katalase- und Lipaselösungen in gefrorenem Zustand aktiver als im unterkühlten. Von JDS (33) und NORD (72) werden aber gegenteilige Fälle beschrieben. HOTTENROTH (32) vermutet, daß diese Unterschiede vielleicht auf unterschiedliche Versuchsbedingungen zurückzuführen sind, hinsichtlich pH -Wert, Konzentration der nicht ausgefrorenen Restlösung an Elektrolyten und anderer löslichen Bestandteilen, Sitz des Enzyms innerhalb oder außerhalb seiner natürlichen Umgebung, Quellungszustand, Empfindlichkeit des Enzyms, Gefrierzeit.

Wiederholtes Gefrieren und Auftauen führen schließlich zur Zerstörung von Enzymen.

Daß die Fermente ihre Aktivität auch in gefrorenem Zustand ausüben können, hat für das Gefrieren von Lebensmitteln nachteilige Folgen.

3. Einfluß verschiedener Gefriertemperaturen auf Fleisch

DROSDOV und DROZDOW (11) beobachteten, daß bei langsam eingefrorenem Fleisch alle chemischen und physikalischen Veränderungen stärker in Erscheinung treten, als bei schnell eingefrorenem. Die sich während des Einfrierens abspielenden Vorgänge, die durch Fermente hervorgerufen werden, stimmen nach ihren Untersuchungen vollkommen mit den anfänglich bei positiven Temperaturen eintretenden autolytischen Veränderungen überein. Als Veränderungen durch die Wirkung von Enzymen in gefrorenem Fleisch beschreiben sie wie auch SMORODINTSEV (92) Abnahme der Glucose, Zunahme der Milchsäure und Spaltung der Phosphatide. Nach SMORODINTSEV werden die Fleischproteine nicht gespalten, und Denaturierung wurde nicht festgestellt. Dieser Autor und auch KUPRIANOFF (49) meinen, daß die Enzymaktivität während des Auftauens am größten ist.

OVERMANN MACKAY, OLIVER und FANG (74) stellten fest, daß die Veränderungen während der Lagerung in magerem Fleisch hauptsächlich enzymatischer Natur seien, während die Vorgänge im Fettanteil entweder enzymatisch oder autoxydativ sein können. Deshalb könne sowohl ein Anstieg der freien Fettsäuren als auch der Oxydationsprodukte im Fett erwartet werden, was je nach Lagertemperatur jedoch variiert.

HALL und Mitarbeiter (26) bestätigen diese Feststellung. Sie fanden in ge-

gefrorenem Schweinefleisch, welches sie sechs Monate bei $-20,4$ und $-28,4^{\circ}\text{C}$ aufbewahrten, eine niedrigere Peroxydzahl und weniger freie Fettsäuren, als bei Fleisch, das bei $-12,3$ oder $-18,0^{\circ}\text{C}$ gelagert wurde.

WHITE und COOK (109) schlagen zur Verhinderung der Ranzigkeit eine Temperatur von mindestens $-12,2^{\circ}\text{C}$ vor, noch bessere Ergebnisse wurden bei $-17,7$ oder -23°C erzielt. Nach diesen Versuchen war eine hohe Peroxydzahl nur nach 48 Wochen bei $-8,6^{\circ}\text{C}$ festzustellen, während die Peroxydzahl bei den oben erwähnten Temperaturen innerhalb der gleichen Zeit niedrig war. Die Lagertemperatur steht in direktem Verhältnis zur Bildung von freien Fettsäuren, jedoch werden auch bei einer Lagertemperatur von $-8,6^{\circ}\text{C}$ nicht so viel freie Fettsäuren gebildet, daß dadurch das Verderben des Fleisches begünstigt würde.

NOVIKA (73) empfiehlt Fett bei -5°C nicht länger als 3 bis 4 Monate zu lagern. Nach einem Jahr konnte er starke chemische und organoleptische Veränderungen feststellen, die bei einer Lagertemperatur von -18°C nicht auftraten.

SHREWSBURY u. Mitarbeiter (90) lagerten Schweinefleisch, nachdem es bei -35°C eingefroren worden war, bei Temperaturen zwischen -21 und $-22,5^{\circ}\text{C}$. Sie fanden die Qualität des Fleisches nach einem Jahr zufriedenstellend; nach 16 Monaten war es noch essbar, jedoch wurden Fleisch und Fett bei der organoleptischen Untersuchung bereits nach 8monatiger Lagerung weniger gut beurteilt.

GUERRANT und Mitarbeiter (25) sind ebenfalls der Ansicht, daß Fleisch, wenn es seine optimale Qualität über 4 bis 8 Monate behalten soll, bei -18°C oder tiefer gelagert werden muß. Für längere Lagerzeiten empfehlen sich Temperaturen um -28°C . Das von ihnen untersuchte Rind- und Schweinefleisch wies nach der Lagerung bei -28°C einen etwas geringeren Gehalt an freien Fettsäuren und eine etwas niedrigere Peroxydzahl auf, als das -18°C eingefrorene und gelagerte Fleisch.

Nach KUPRIANOFF (48) sowie PALMER und Mitarbeiter (75) halten sich Rind- und Lammfleisch infolge des höheren Gehaltes an gesättigten Fettsäuren besser als Schweinefleisch mit einem größeren Anteil an ungesättigten Fettsäuren. TAPPEL (101) ist der Ansicht, daß für die große Oxydationsgeschwindigkeit ungesättigter Fette im Schweinegewebe die Häm- und Hämatinverbindungen, insbesondere auch während der Kaltlagerung verantwortlich zu machen sind. Die in tierischen Geweben stets vorhandenen Häm- und Hämatinverbindungen beschleunigen dabei die Oxydation der in den Fetten enthaltenen ungesättigten Fettsäuren.

WATTS und DA HWELL PENG (108) beobachteten beschleunigtes Ranzigwerden bei gefrorenem Schweinefleisch bei fallenden p_H -Werten im Bereich 6,5 bis 4,8 und bei der Anwesenheit von bestimmten Salzen (z. B. Natriumchlorid, Natriumnitrat, Natriumacetat, Kaliumnitrat), während andere Salze (z. B. Kaliumchlorid) keine Wirkung haben. Deshalb glauben sie, daß Säuren und Salze auf die Peroxyde einen Einfluß haben.

Während der Lagerung über einen kürzeren Zeitraum scheint die Temperatur keinen größeren Einfluß auf die Qualität des Fleisches zu haben. NOBLE und HARDY (70) fanden, daß bei -18°C eingefrorenes und dann bei -18°C , -12°C und -9°C gelagertes Schweinefleisch organoleptisch anfangs nicht zu unterscheiden war; erst nach 16 bis 22 Wochen wurden Geschmack und Aroma des bei -12°C und -9°C gelagerten als nicht mehr angenehm empfunden.

PEARSON, MILLER und VOLZ (76) kamen zu ähnlichen Ergebnissen.

Nach STEWART und Mitarbeitern (93) hätte die Geschwindigkeit des Einfrierens keinen großen Einfluß auf den Geschmack des Fleisches. Bei ihren Untersuchungen war Rindfleisch, das bei -67° sowie -45° und $-20,5^{\circ}\text{C}$ eingefroren worden war, gleich zu bewerten.

Die einzigen Autoren, die bisher das Einfrieren von Rohwürsten beschrieben haben, MARAZZA und SERINI (59), empfehlen das Schnellgefrieren von halbfertig gereiften Würsten bei -32°C mit anschließender Lagerung bei -18° bis -20°C , da hierbei Parasiten vernichtet werden und die Haltbarkeit gesteigert wird. In ihren Versuchen waren bei den eingefrorenen Würsten die freien Fettsäuren nicht so reichlich vorhanden wie bei den Kontrollen; der Aminostickstoff war höher und der p_H -Wert blieb etwa 0,2 Einheiten tiefer.

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. Versuchsreihe I

1. Material

Die Untersuchungen wurden an 33 Rohwürsten (italienische Salami), die in Mailand hergestellt worden waren, durchgeführt. Die ungeräucherten Würste waren von fester Konsistenz und ihr Gewicht schwankte zwischen 400 und 550 g. Länge und Kaliber waren sehr unterschiedlich, da der Würstgut in Pferdedärme abgefüllt war, die ein weißer Beilag, bestehend aus Schimmel und Hefer, bedeckte. Zusätzlich steckten die Würste in Bindfadennetzen. Die Hülle ließ sich ohne Substanzverlust abziehen. Die Beurteilung der Anschnittflächen ergab gute Bindung der etwa zu gleichen Teilen vorliegenden dunkelroten Fleisch- und weiß-glasigen Speckteilchen, wobei die Fettpartikelchen zwischen Reis- und Weizenkorngroße wechselten. Bei der Überprüfung des Geruchs wurde das diesen Würsten typische Aroma notiert.

Entsprechend den Temperaturen, die für eine Abtötung von Trichinen in Rohwürsten ausreichen (21, 55, 62, 81), wurden Würste bei - 30° C (Gruppe 1) und bei - 15° C (Gruppe 2) eingefroren und in beiden Fällen hinterher bei - 15° C 20 Tage gelagert. Ein Teil der Würste (Gruppe 1) wurde während dieser Zeit bei 10-14° C gelagert.

Um hierbei den Effekt einer Verpackung zu überprüfen, wurde jeweils die Hälfte der Würste in luft- und wasserundurchlässige Folien⁺⁾ verpackt.

Insgesamt wurden also drei Gruppen gebildet, von denen jeweils eine Hälfte verpackt wurde und die andere Hälfte unverpackt blieb.

Gruppe 2 wurde, wie bereits erwähnt, bei - 15° C eingefroren. Der Temperaturabfall wurde an einer mit einem Glasthermometer versehenen Kontrollwurst beobachtet. Anschließend wurden diese Würste 20 Tage bei - 15° C gelagert.

Die Durchkühlung der Würste ist in der folgenden Aufstellung wiedergegeben:

⁺⁾ Siegelrandbeutel "CELLOPHAN - PE - X 350" der Fa. Kalle

Tag	Zeit	Raum	Temperatur ($^{\circ}$ C) in
			Wurst
1. Tag	8.30	- 16	+ 5
"	10.30	- 16	- 4
"	12.00	- 16	- 8,5
"	16.00	- 16,3	- 13,0
"	19.00	- 15,7	- 15,7
2. Tag	8.30	- 15,7	- 15,7

Gruppe 3 wurde bei ca. $- 30^{\circ}$ C bis zur Erreichung von ca. $- 15^{\circ}$ C im Wurstkern schnell gefroren. Der Temperaturabfall wurde mit Hilfe eines Thermographs kontrolliert, der mit einem Steckthermometer verbunden war. Bei $- 15^{\circ}$ C wurden die Würste 20 Tage belassen. Der Temperaturabfall ist in der nachstehenden Aufstellung dargestellt:

Tag	Zeit	Raum	Temperatur ($^{\circ}$ C) in
			Wurst
1. Tag	8.00	- 28	+ 5
"	9.00	- 30,5	- 9,8
"	9.30	- 30	- 13,5
"	9.45	- 30,8	- 16,0
2. Tag	8.30	- 15,7	- 15,7

Nach der 20tägigen Lagerungszeit wurde von jeder Charge jeweils eine Wurst nach dem unten angegebenen Untersuchungsgang geprüft.

Die Würste wurden nach der Kältebehandlungsphase je zur Hälfte bis zur nächsten Untersuchung bei etwa 14° C und bei 22° C gelagert. Diese Untersuchungen wurden nach 14tägiger und 2monatiger Lagerungszeit durchgeführt.

2. Methodik

a) Organoleptische Untersuchung

Die Würste wurden einer organoleptischen Untersuchung unterzogen, an der jedesmal mindestens drei Personen teilnahmen. Sie wurde in Anlehnung an das DLG-Bewertungsschema für Rohwürste durchgeführt. Die beurteilenden Personen einigten sich dabei auf jeweils eine Wertung in den folgenden Merkmalen: 1. Oberfläche der Wurst, 2. Anschnitt und Farbe, 3. Konsistenz, 4. Geruch und 5. Geschmack. Bei jedem dieser Merkmale sowie auch für

die Farbhaltung wurden bei Beanstandungen je nach Schwere des Mangels verschieden viele Punkte abgezogen. Die Farbhaltung der Würste wurde beurteilt, nachdem die frischen Anschnittflächen vier Stunden dem Licht ausgesetzt worden waren. Die Höchstwertmaße der einzelnen Merkmale sind in der Tabelle angegeben. Die Höchstpunktzahl, die danach von einer Wurst erreicht werden kann, ist 20. Die bei den einzelnen Merkmalen abgezogenen Punkte von 20 subtrahiert, ergibt die Bewertung einer Wurst.

b) Chemische Untersuchung

Die Würste wurden mit dem Messer gewürfelt, im "Starmix" zerkleinert und folgende Bestandteile bestimmt:

ba) Wasser nach dem von BEYTHIEN-DIEMAIR (4) beschriebenen Verfahren; d. h. durch Trocknung bei 100°C bis zur Gewichtskonstanz.

bb) Asche nach dem von BEYTHIEN-DIEMAIR (4) beschriebenen Verfahren. Ertige Gramm des Materials wurden nach Vortrocknung im Muffelofen verascht.

bc) Gesamtstickstoff nach dem Kjeldahl-Verfahren beschrieben von BEYTHIEN-DIEMAIR (4).

bd) Reststickstoff nach dem von GRAU (24) beschriebenen Verfahren. Nachdem die Proteine mit Trichloressigsäure gefällt worden waren, wurde mit dem Filtrat wie unter bc) verfahren.

be) Kochsalz nach der von GRAU (24) angegebenen Methode.

bf) Nitrit nach dem von GRAU (24) beschriebenen Verfahren.

bg) Nitrat nach dem von GRAU (24) beschriebenen Verfahren.

bh) Nitrosomyochromogen nach HORNSEY modifiziert von MÖHLER (60). Da der Farbstoff von großer Unbeständigkeit ist, darf vor und während der Messung kein Licht auf das Material einwirken. Nitrosomyochromogen wird in 20 Minuten mit Hilfe von 80 %igem Azetonwasser aus dem Material ausgezogen und anschließend gleich mit dem Spektralphotometer gemessen.

bi) Gesamthämatin nach HORNSEY modifiziert von MÖHLER (60). Durch Azetonsalzsäure wird der Farbstoff aus dem Material herausgelöst und die Intensität mit dem Spektralphotometer gemessen.

bj) Fett nach SOXHLET, (zit. nach BEYTHIEN-DIEMAIR (4)). Das Fett wird bis zur Erschöpfung aus der vorgetrockneten Substanz mit peroxydfreiem und

wasserfreiem Äther im Rücklaufkühler ausgezogen. Nach Verdunstung des Äthers wird der Ätherextrakt getrocknet.

Zur Ermittlung der unter bl) bis bo) beschriebenen Fettkennzahlen wurde das Material gemäß ba) vorgetrocknet und das Fett gemäß bk) extrahiert.

bl) Säurezahl nach BEYTHIEN-DIEMAIR (4). Die freien Fettsäuren wurden aus dem in Äther-Alkohol gelösten Fett mit Kalilauge titriert.

bm) Jodzahl nach HANUS (28). Mit der Jodzahl wurde bestimmt, wieviel Teile Halogen 100 Teile Fett zu binden vermögen. Sie ist das Maß für den Gehalt eines Fettes an ungesättigten Bindungen.

bn) Peroxydzahl nach LEA (51). Bei der Peroxydzahl, die den Umfang der Autoxydation des Fettes im Anfangsstadium angibt, wird der Gehalt an peroxydisch gebundenem Sauerstoff jodometrisch bestimmt.

bo) Thiobarbitursäurezahl nach SCHMIDT (zit. nach GRAU (24)). Bei der Bestimmung der Thiobarbitursäurezahl wurde das bei der Reaktion der Thiobarbitursäure mit dem Fettoxydationsprodukt Malonaldehyd und seinen Tautomeren Oxyacrolein und Epihydrinaldehyd gebildete rotgefärbte Kondensationsprodukt spektroskopisch gemessen.

bp) Aldehyde nach FELLENBERG (15). Der Nachweis der Aldehyde, die bei weiterer Autoxydation des Fettes entstehen, erfolgt hierbei mit fuchsin-schwefeliger Säure.

c) Bakteriologische Untersuchung

Von jeder Wurst wurden zwei Abklatschpräparate auf Nähragarplatten angelegt. Die Platten wurden zwei Tage bei Zimmertemperatur im Dunkeln und anschließend bei Tageslicht aufbewahrt. Zur Beobachtung des Hefenwachstums wurde Bierwürzagar benutzt.

3. Ergebnisse

a) Organoleptische Untersuchung

Die Ergebnisse der organoleptischen Untersuchungen sind in den folgenden Tabellen 1 bis 3 zusammengefaßt.

Tabelle 1: Organoleptische Bewertung der Würste unmittelbar nach der Kältebehandlungsphase

Gruppe	Punktabzüge für Merkmal:						Bemerkungen	Gesamtwertung
	A	B	C	D	E	F		
1	0	0	0	0	1,5	0	etwas ranzig und scharf (E)	18,5
1a	0,5	0	0	0	1	1	fleckiger Belag (A); etwas ranzig (E); ablassend (F)	17
2	0	0	0	0	1	0	etwas salziger (E)	19
2a	0,5	0	0	0	1	0	fleckiger Belag (A); fremde Komponente (E)	18,5
3	0	0	0	0	0	0		20
3a	0,5	0	0	0	1	0	fleckiger Belag (A); fremde Komponente (E)	18,5

Zeichenerklärung:

- 1 = nicht eingefroren
- 1a = " " , folienverpackt
- 2 = bei -15° C eingefroren
- 2a = " " , folienverpackt
- 3 = bei -30° C eingefroren
- 3a = " " , folienverpackt

Merkmale

- A = Oberfläche
- B = Anschnitt und Farbe
- C = Konsistenz
- D = Geruch
- E = Geschmack
- F = Farbhaltung

Hochstwerte

- 1
- 5
- 3
- 1
- 5
- 9

Tabelle 2: Organoleptische Bewertung 14 Tage nach der Kältebehandlungsphase

Lagerungs- temperatur	Gruppe	Punktabzüge für Merkmal:						Bemerkungen	Gesamt- wertung
		A	B	C	D	E	F		
22° C	1	0	0	2	2	1	0	nach altem Speck (D); hart (C); scharf und etwas ranzig (E)	15
22° C	1a	1	0	0	2	1	0	schmierig (A); pilzartig (D); pilziger Nachgeschmack (E)	16
22° C	2	0	0	2	2	3	0	hart (C); nach ranziger Butter (D); ranzig, beißig, kratzend (E)	13
22° C	2a	1	0	0	2	1,5	0	schmierig (A); pilzartig (D); salziger (E)	15,5
22° C	3	0	0	2	2	3	0	hart (C); nach ranziger Butter (D); ranzig, beißig, kratzend (E)	13
22° C	3a	1	0	0	2	2	0	schmierig (A); pilzartig (D); leerer (E)	15
14° C	1	0	0	1	0	1	0	etwas hart (C); nicht ausdrucksvoll (E)	18
14° C	1a	1	0	0	1	0	0	schmierig (A); dumpf (D)	18
14° C	2	0	0	1	0	1,5	0	etwas hart (C); nicht ausdrucksvoll, etwas salziger (E)	17,5
14° C	2a	1	0	0	2	1	0	schmierig (A); stärker dumpf (D); nicht ganz rein (E)	16
14° C	3	0	0	1	0	2,5	0	etwas hart (C); etwas ranzig (E)	17,5
14° C	3a	1	0	0	3	3	0	schmierig (A); metallig (D); negative Komponente (E)	13

Zeichenerklärung siehe Tabelle 1

Tabelle 3: Organoleptische Bewertung 2 Monate nach der Kältebehandlungsphase

Lagerungs- temperatur	Gruppe	Punktabzüge für Merkmal:						Bemerkungen	Gesamt- wertung
		A	B	C	D	E	F		
22° C	1	0	1	2	1	4	0	gelber Rand (B); hart (C); ranzig (E); käsig (F)	12
22° C	1a	1	0	0	1	4	0	schmierig (A); dumpf (D); käsig (F)	14
22° C	2	0	1	2	1	3	0	gelber Rand (B); hart (C); ranzig (D); ranzig, fad (E)	13
22° C	2a	1	0	0	1	4	0	schmierig (A); dumpf (D); käsige Komponente, fad (E)	14
22° C	3	0	1	2	1	2	0	gelber Rand (B); hart (C); ran- zig (D); parfümige Komponente (E)	14
22° C	3a	1	0	0	2	2	0	schimmelig (A); schimmelig, dumpf (D); leichter kratziger Nachgeschmack (E)	15
14° C	1	0	1	2	1	2	0	gelber Rand (B); hart (C); ranzig (D und E)	14
14° C	1a	1	0	0	2	1	0	schmierig (A); dumpf (D); nicht ganz rein (L)	16
14° C	2	0	1	2	1	2	0	gelber Rand (B); hart (C); ranzig (D und E)	14
14° C	2a	1	0	0	2	0	0	schmierig (A); dumpf (D)	17
14° C	3	0	1	2	1	2	0	gelber Rand (B); hart (C); ranzig (D); sauerlich, leicht ranzig (E)	14
14° C	3a	1	0	0	2	1	0	schmierig (A); dumpf (D); Nebenkomponente (E)	16

Zeichenerklärung siehe Tabelle 1

Wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist, waren bei der ersten Untersuchung keine großen Unterschiede aufgetreten. Die eingefrorenen Würste erhielten eine bessere Bewertung als die nicht eingefrorenen, wobei die nicht in Folie verpackte schnell eingefrorene Wurst am besten bewertet wurde.

Bei der Untersuchung nach 14tägiger Lagerung waren, wie Tabelle 2 zeigt, die nicht eingefrorenen Würste den eingefrorenen in der Bewertung überlegen. Am deutlichsten traten diese Unterschiede bei den in Folien bei 14° C und bei den ohne Folien bei 22° C gelagerten Würsten auf.

Wie aus Tabelle 3 zu ersehen ist, wurden nach 2monatiger Lagerung die eingefrorenen Würste teilweise gleich, teilweise besser bewertet als die nicht eingefrorenen. Vergleicht man die Bewertung der eingefrorenen Würste untereinander, so liegen die schnell eingefrorene, folienverpackte und bei 22° C gelagerte sowie die langsam eingefrorene, folienverpackte und bei 14° C gelagerte vor den übrigen, wobei die letztere die beste Bewertung erhielt.

In Folien verpackte Würste erhielten Abzüge in der Bewertung auf Grund ihrer unansehnlichen Oberfläche und eines dumpfen pilzartigen Geruches. Kurze Zeit nach der Entfernung der Folien war dieser Geruch jedoch nicht mehr wahrzunehmen.

Außerdem geht aus den Tabellen hervor, daß im allgemeinen die bei 14° C gelagerten Würste besser als die bei 22° C gelagerten beurteilt wurden.

b) Chemische Untersuchung

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in den Tabellen 4 bis 13 zusammengestellt. Alle Werte sind Durchschnittswerte aus zwei Bestimmungen.

Tabelle 4: Wassergehalt der Würste aus Versuchsreihe I nach der Kältebehandlungsphase

Gruppe	Wassergehalt in % nach														
	0 Tagen Lagerung						2 Monaten Lagerung bei								
	Ge-			14°C			22°C			14°C			22°C		
	Rand	Mitte	samt	Rand	Mitte	samt	Rand	Mitte	samt	Rand	Mitte	samt	Rand	Mitte	samt
1	15,1	21,5	19,5	14,9	24,2	19,2	13,2	17,9	15,8	13,7	18,0	16,6	11,3	19,5	15,2
1a	18,5	26,2	22,7	19,7	25,3	21,3	19,3	27,1	20,9	20,0	24,3	21,4	21,4	23,8	21,9
2	17,8	26,8	23,2	15,8	22,5	16,8	13,9	17,4	15,5	12,8	17,8	15,5	11,3	17,3	15,1
2a	19,5	25,7	22,2	22,9	26,7	23,8	19,9	26,0	22,6	21,9	25,9	22,8	21,8	23,7	20,8
3	16,4	24,4	21,1	15,5	23,9	18,2	13,1	21,7	17,6	14,5	19,4	17,2	12,7	21,2	16,4
3a	19,8	26,0	22,3	18,3	22,9	20,2	19,7	27,0	22,3	19,0	22,1	20,0	21,7	26,7	23,9

Zeichenerklärung siehe Tabelle 1

Tabelle 4 zeigt, daß der Wassergehalt der folienverpackten Würste bei allen Bestimmungen annähernd gleich blieb; bei den unterschiedlich behandelten Würsten ohne Folie wiesen die nicht eingefrorenen an fänglich etwas niedrigere Wassergehalte auf, im Laufe der Lagerung erfolgte jedoch eine Ausgleichung. Die langsam eingefrorenen Würste hatten durchschnittlich niedrigeren Wassergehalte als die schnell eingefrorenen. Bei den unverpackten Würsten wurde entsprechend der Lagerungszeit eine Abnahme der Wassergehalte beobachtet.

Tabelle 5: Kochsalzgehalt der Würste aus Versuchsreihe I nach der Kältebehandlungsphase

Gruppe	0 Tagen Lagerung						14 Tagen Lagerung bei 14° C						2 Monaten Lagerung bei 22° C					
	Ge-			14° C			Ge-			22° C			Ge-			22° C		
	Rand	Mitte	samt	Rand	Mitte	samt	Rand	Mitte	samt	Rand	Mitte	samt	Rand	Mitte	samt	Rand	Mitte	samt
1	4,7	6,7	5,6	5,4	6,0	5,7	4,9	7,0	6,0	4,9	6,5	5,8	3,9	6,6	5,8			
1a	4,8	6,7	5,3	5,0	6,7	6,0	4,8	6,9	5,8	4,7	6,4	5,3	4,8	5,8	5,1			
2	4,8	6,8	5,3	5,4	6,9	5,8	4,3	5,9	5,3	4,6	6,4	5,5	4,6	6,5	5,6			
2a	5,3	6,8	6,0	5,1	6,4	6,0	4,9	6,7	5,6	4,9	5,3	5,1	4,9	5,9	5,2			
3	4,6	6,6	5,3	5,8	6,2	6,1	4,8	7,4	5,6	4,7	6,9	5,8	4,8	7,3	5,7			
3a	5,2	6,9	6,0	4,7	6,8	6,0	4,9	6,8	5,8	4,4	5,3	5,0	4,7	6,1	5,0			

Zeichenerklärung siehe Tabelle 1

Aus Tabelle 5 kann entnommen werden, daß sich im Gesamtdurchschnitt der Kochsalzgehalt wenig erhöht; in den Randpartien bleibt er weitgehend konstant, während er im Zentrum leicht ansteigt.

Tabelle 6: Nitritgehalte der Würste aus Versuchsreihe I nach der Kältebehandlungsphase

Gruppe	mg NaNO_2 in 100 g Wurstmasse nach				
	0 Tagen Lagerung	14 Tagen Lagerung bei		2 Monaten Lagerung bei	
		14° C	22° C	14° C	22° C
1	3,61	2,65	2,31	1,90	2,10
1a	1,67	1,34	1,82	0,94	1,21
2	2,98	2,90	1,34	1,75	1,70
2a	2,16	1,34	1,54	1,14	1,70
3	2,53	2,61	1,67	0,90	2,80
3a	2,11	0,86	1,41	0,60	1,90

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 1

Die in Tabelle 6 zusammengefaßten Nitritwerte ließen keine regelmäßigen Unterschiede erkennen.

Tabelle 7: Nitratgehalte der Würste aus Versuchsreihe I nach der Kältebehandlungsphase

Gruppe	mg Nitrat (berechnet als KNO_3) in 100 g Wurstmasse nach				
	0 Tagen Lagerung	14 Tagen Lagerung bei		2 Monaten Lagerung bei	
		14° C	22° C	14° C	22° C
1	5,78	3,79	9,86	4,60	3,49
1a	3,31	5,44	9,30	3,70	4,05
2	5,14	5,89	6,15	3,50	2,50
2a	3,24	4,96	5,50	4,82	3,51
3	5,90	5,94	6,45	3,70	4,30
3a	2,73	3,55	4,12	6,50	5,22

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 1

Auch die in Tabelle 7 zusammengestellten Nitratwerte lassen keine regelmäßigen Unterschiede erkennen.

Auf eine Wiedergabe der Gehalte an Nitrosomyochromogen, Gesamthämatin und der Umrötung kann verzichtet werden; die angewandte Methode war für eine präzise Ermittlung des Nitrosomyochromogens und damit auch der Umrötung nicht geeignet.

Die Bestimmungen von Gesamt- und Reststickstoff wurden - wenn auch erst nach zweimonatiger Lagerung der Würste - durchgeführt, um auch diesbezügliche fermentative Vorgänge zu erfassen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

Tabelle 8: Gesamt- und Reststickstoff bei 2 Monate gelagerten Würsten aus Versuchsreihe I

Lagerungs- temperatur	Gruppe	Gesamt-N in %	Rest-N in %	Rest-N in % des Gesamt-N
14° C	1	3,78	0,84	22,22
14° C	1a	3,50	0,93	26,57
14° C	2	4,06	0,72	17,73
14° C	2a	3,90	1,01	25,86
14° C	3	4,06	0,63	15,52
14° C	3a	3,50	0,70	20,00
22° C	1	3,84	0,73	19,01
22° C	1a	4,21	0,98	23,28
22° C	2	4,06	0,56	18,90
22° C	2a	4,05	0,91	22,47
22° C	3	4,00	0,63	15,75
22° C	3a	4,00	0,77	19,25

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 1

Wie aus Tabelle 8 zu ersehen ist, wiesen alle in Folien abgepackten Würste höheren Reststickstoff in % des Gesamtstickstoffs auf als die Würste ohne Folien; dabei wurden die höchsten Werte von den nicht eingefrorenen, die niedrigsten von den schnell eingefrorenen Würsten erzielt.

Tabelle 9: Fettgehalt der Würste aus Versuchsserie I nach 0
behandlungsphase

Gruppe	Fettgehalt in % nach				
	0 Tagen Lagerung	14 Tagen Lagerung		2 Monaten Lagerung	
		14° C	22° C	14° C	22° C
1	48,3	42,5	51,7	49,9	52,2
1a	47,0	45,6	46,2	46,9	47,2
2	50,1	48,4	52,5	52,5	52,2
2a	46,8	45,0	45,2	44,9	45,2
3	47,3	48,5	49,4	50,9	48,2
3a	47,0	49,0	45,5	48,2	45,1

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 1

Der Fettgehalt der in Folien verpackten Würste schwankte zwischen 46 und 47%, derjenige der unverpackten Würste zwischen 47,3 und 52,2%. Daß der Fettgehalt der langsam eingefrorenen, nicht verpackten Chargen im Durchschnitt über demjenigen der schnell eingefrorenen nicht verpackten Chargen lag, ist - wie bei allen Werten - von dem Wassergehalt abhängig.

Tabelle 10: Säurezahlen (freie Fettsäuren berechnet als Ölsäure in % des
Fettes) des Fettanteils der Würste aus Versuchsserie I nach
der Kältebehandlungsphase

Gruppe	Säurezahlen nach				
	0 Tagen Lagerung	14 Tagen Lagerung		2 Monaten Lagerung	
		bei		bei	
		14° C	22° C	14° C	22° C
1	12,3	8,7	9,8	12,4	16,7
1a	12,3	8,6	10,5	9,8	12,3
2	11,2	10,3	11,2	13,2	17,5
2a	11,2	7,3	12,9	10,8	20,4
3	11,2	11,7	10,6	12,8	19,1
3a	11,2	7,8	14,8	12,3	21,8

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 1

Mit zunehmender Lagerungszeit stieg die Säurezahl aller Würste an. Sie war bei allen nicht eingefrorenen Würsten höher als bei den eingefrorenen; 14 Tage später waren dann die Säurezahlen der eingefrorenen, unverpackten Würste höher, ob sie nun bei 14° C oder bei 22° C gelagert waren. Zwei Monate nach dem Auftauen waren die Säurezahlen der gefrorenen Würste insgesamt höher. Bemerkenswert ist, daß alle bei 22° C gelagerten und in Folien verpackten Würste sowohl nach 14tägiger als auch 2monatiger Lagerung höhere Säurezahlen aufwiesen als die korrespondierenden unverpackten. Alle bei 14° C gehaltenen Würste weisen unabhängig von der Lagerzeit niedrigere Säurezahlen auf als die bei 22° C gelagerten.

Tabelle 11: Jodzahlen des Fettanteils der Würste aus Versuchsreihe I nach der Kältebehandlungsphase

Gruppe	Jodzahlen nach				
	0 Tagen Lagerung	14 Tagen Lagerung bei		2 Monaten Lagerung bei	
		14° C	22° C	14° C	22° C
1	41,6	50,4	52,8	49,4	48,6
1a	41,0	47,8	41,3	53,5	35,0
2	46,7	50,7	54,3	49,7	48,3
2a	46,2	45,7	45,1	54,0	39,8
3	45,5	44,0	49,9	49,5	41,2
3a	45,1	45,8	45,0	53,2	42,0

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 1

Die Jodzahl der ungefrorenen Würste (Tabelle 11) war nach den ersten Untersuchungen niedriger als die der gefrorenen. Bei den späteren Untersuchungen zeigten sich keine regelmäßigen Unterschiede mehr. Die Jodzahl der ohne Folien eingefrorenen Würste war nach 14tägiger Lagerung höher als bei der anfänglichen Untersuchung und fiel später wieder ab. Bei den in Folien bei 14° C gelagerten Würsten zeigte sich ein Steigen, bei 22° C ein Fallen der Jodzahl. Die Lagerungstemperatur hatte nur nach zwei Monaten einen deutlichen Einfluß dahingehend, daß die Jodzahlen abfielen.

Tabelle 12: Thiobarbitursäurezahlen (mg Malonaldehyd/kg Fett) des Fettanteils der Würste aus Versuchsreihe I nach der Kältebehandlungsphase

Gruppe	Thiobarbitursäurezahlen nach		
	14 Tagen Lagerung bei 14° C	2 Monaten Lagerung bei 14° C	22° C
1	4,6	4,5	1,55
1a	1,4	7,1	1,55
2	5,2	3,4	7,1
2a	1,4	5,4	1,55
3	9,6	4,5	1,2
3a	4,5	6,2	1,55

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 1

Die Untersuchungen wurden nur bei einem Teil der Würste durchgeführt, soweit aus Tabelle 12 überhaupt Schlüsse möglich sind, zeigten die bei 14° C gelagerten Würste ohne Folien Abnahmen der Thiobarbitursäurezahlen, während die in Folien gelagerten Würste merkliche Zunahmen aufwiesen. Die Thiobarbitursäurezahlen aller bei 22° C gelagerten Würste lagen niedriger als die der bei 14° C gelagerten.

Aldehyde konnten mittels der Fellenberg-Reaktion nicht nachgewiesen werden.

Bei der Peroxydbildung zeigten die Würste zunächst Verzögerung, sofern sie eingefroren waren, später nahm die Oxydationsrate auch bei eingefrorenen Würsten zu. Die ermittelten Peroxydzahlen waren jedoch insgesamt alle hoch, Wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen konnten nicht festgestellt werden.

Da Anhaltspunkte dafür gegeben waren, daß einerseits das Fettextraktionsverfahren, andererseits auch die Räucherung den Peroxydgehalt der untersuchten Fette beeinflussen, wurde nach Abschluß dieser Untersuchungsreihe ein orientierender Versuch durchgeführt, wobei geräucherte und ungeräucherte Würste einerseits mittels der im methodischen Teil dieser Versuchsreihe (S. 21) beschriebenen Verfahren, andererseits mittels eines Kaltextraktionsverfahrens geprüft wurden. Die Kaltextraktion erfolgte mit Petroläther, wie dies im methodischen Teil zu Versuchsreihe II (S. 39) beschrieben ist. Hierbei wurden auch

noch Jodzahl und Thiobarbitursäurezahl berücksichtigt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle (Tab. 13) zusammengestellt:

Tabelle 13: Beeinflussung der Fettkennzahlen durch Rauchbehandlung der Würste und durch das Extraktionsverfahren

	<u>Ungeräuchert</u> Extraktion		<u>Geräuchert</u> Extraktion	
	<u>Soßlie</u>	<u>kalt</u>	<u>Soßlie</u>	<u>kalt</u>
Peroxydzahl	22,0	2,0	1,3	2,0
Jodzahl	68,32	66,04	72,72	90,04
Thiobarbitursäurezahl	2,27	2,93	0,46	0,83

Aus Tabelle 13 kann entnommen werden, daß bei ungeräucherten Würsten durch die 4stündige Trocknung und durch die Heißextraktion erheblich höhere Peroxydzahlen erhalten werden als bei der Kaltextraktion und bei geräucherten Würsten. Bei geräucherten Würsten hat das Extraktionsverfahren praktisch keinen Einfluß auf den Peroxydgehalt. Dagegen wirkt sich die Extraktionstemperatur auf die Zahl der Doppelbindungen bei diesen Würsten dahingehend aus, daß die Jodzahl bei erhöhter Extraktionstemperatur absinkt. Bei den ungeräucherten Würsten wurde in dieser Hinsicht, im Widerspruch zu den unterschiedlichen Peroxydzahlen, praktisch kein Einfluß festgestellt. Diese Resultate gaben Veranlassung, die Methodik in Versuchsreihe II dahingehend zu ändern, daß nur mit Kaltextraktion gearbeitet wurde.

c) Bakteriologische Untersuchung

Alle Würste wiesen reichlichen Keimgehalt auf. Es handelte sich überwiegend um weiß, gelb, orange pigmentierte Mikrokokken, randständig auch um Hefen. Bei tiefgekühlten Würsten ohne Folien waren zusätzlich noch rote Kolonien vorhanden.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß der größte Teil der Kolonien aus grampositiven Kokken, vereinzelte Kolonien aus grampositiven langen dünnen Stäbchen, andere aus Hefen bestanden.

Bei den Nährböden, die mit folienverpackten Würsten beimpft worden waren, fiel auf, daß sie gegenüber den übrigen schwächeres Wachstum aufwiesen; besonders deutlich bei den bei 22°C gelagerten folienverpackten Proben. Im Agardiffusionstest (Teststamm *Staphylococcus aureus*) erwiesen sich diese Würste als hemmstoffhaltig.

II. Versuchsreihe II

Da in der ersten Versuchsreihe ungeräucherte Würste untersucht wurden, die zudem nach abgeschlossenem Reifungsprozeß bis zur Kältebehandlungsphase schon einige Wochen lagerten, wurden in dieser Versuchsreihe Würste direkt nach der Reifung untersucht; außerdem stand hier das Ausgangsmaterial ebenfalls zur Verfügung.

Bei dieser Versuchsreihe wurde ein Teil der Würste in wasserdampfdurchlässige aber luftdurchlässige Folien⁴⁾ verpackt, um so bei Versuchsreihe I bei folienverpackten Würsten beobachtete Auftreten eines dumpfen Geruches zu umgehen bei gleichzeitiger Beibehaltung des Wassergehaltes.

1. Material

Die Untersuchungen wurden an Rohwürsten durchgeführt, die im Schnellverfahren hergestellt worden waren und im Gegensatz zu den Würsten der Versuchsreihe I geräuchert waren.

Die Wurstmasse war in Kunstdärme abgefüllt. Die Würste waren von fester Konsistenz und ihr Gewicht schwankte zwischen 320 und 500 g. Die Hülle lag fest an. Quer- und Längsschnitte durch die Würste ergaben gute Bindung der weißgläsernen reiskorn- bis linsengroßen Speckstückchen und der ebenso großen pökeirotten Fleischteilchen. Im Schnittbild waren auch zahlreiche faserige Partikel zu erkennen. Die Würste hatten charakteristischen Rauchgeruch, im Geschmack waren sie etwas salzig, aber angenehm würzig mit Raucharoma.

Im Verlauf dieser Untersuchungen wurde zunächst das Ausgangsmaterial untersucht und dann eine Wurst unmittelbar nach Abschluß der Reifung. Von der restlichen Würsten wurden 6 in die oben beschriebenen Folien verpackt, 3 in Folien verpackte Würste und 3 unverpackte wurden bei -30°C bis zur Erreichung einer Temperatur von -15°C im Wurstkern schnell gefroren und dann 20 Tage bei -15°C gelagert. Der Temperaturabfall wurde mit Hilfe eines Thermographen, der mit einem Steckthermometer verbunden war, kontrolliert; er ist in der nachfolgenden Tabelle aufgezeichnet:

⁴⁾ Suprathen MZ E 7088 der Fa. Kalle

Zeit	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) in	
	Raum	Wurst
8.10	- 28,5	10,0
8.25	- 28,8	7,5
8.35	- 29,0	5,5
9.30	- 30,0	- 15,5
9.35	- 15,0	- 15,4

Die Würste wurden nach der Kältebehandlung bei ca. 14°C gelagert.

Die übrigen Würste wurden in diesem Zeitraum bei 14°C gelagert.

Von jeder Versuchsgruppe wurde je eine Wurst unmittelbar nach der Kältebehandlungsphase sowie nach weiteren 14 Tagen und 6 Wochen untersucht.

2. Methodik

Bei der Untersuchung der Würste wurde wie bei Versuchsreihe I (2. a) und b)) verfahren. Die Methodik wich nur insofern ab, als die Fettextraktion mit Hilfe eines Kaltextraktionsverfahrens vorgenommen wurde. Die Notwendigkeit zu dieser Änderung ergab sich aus Versuchsreihe I (Tab. 13).

Dieses Verfahren wurde nach einem Vorschlag von NIESAR (persönliche Mitteilung) durchgeführt. Das zerkleinerte Material wurde mit 10facher Menge Petroläther 24 Stunden im Dunkeln aufbewahrt und stündlich geschüttelt (mit Ausnahme der Nachtstunden). Nach Filtration wurde das Filtrat in einem Rotationsverdampfer vom Petroläther befreit. Das extrahierte Fett wurde dann in der bereits beschriebenen Weise untersucht.

Zur quantitativen Fettbestimmung wurde weiterhin das unter I. 2. bk) beschriebene Verfahren von SOXHLET verwandt.

3. Ergebnisse

Zeichenerklärungen zu den folgenden Tabellen:

		<u>Merkmale:</u>	<u>Höchstwertmale</u>
1	=	nicht eingefroren	
1a	=	nicht eingefroren, folienverpackt	A = Oberfläche 1
2	=	eingefroren	B = Anschnitt und Farbe 5
2a	=	eingefroren, folienverpackt	C = Konsistenz 3
			D = Geruch 4
			E = Geschmack 5
			F = Farbhaltung 2

Tabelle 14: Organoleptische Bewertung der Rohwürste aus Versuchsserie 14

Zeitpunkt der Untersuchung	Gruppe	Punktabzüge für Merkmale							Kommentar	Anmerkung
		A	B	C	D	E	F			
Vor der Kältebehandlungsphase	0	0	2	0	1	1	1	etwas fett, hoher Sehnegehalt (B); rauchig (D); schmalzig (E); vergärend (F)		
	1	0	2	0,5	0	1,5	0	etwas fett, hoher Sehnegehalt (B); etwas hart (C); etwas weißig (E)		
	1a	0	2	0	0	2	0	etwas fett, hoher Sehnegehalt (B); fremdarige Komponente (E)		1
	2	0	2	0	0	1	0	etwas fett, hoher Sehnegehalt (B); schmalzig (E)		1
	2a	0	2	0	0	1	0	etwas fett, hoher Sehnegehalt (B); schmalzig (E)		1
14 Tage nach der Kältebehandlungsphase	1	0	2	0,5	0	1	0	etwas fett, hoher Sehnegehalt (B); etwas hart (C); etwas weißig (E)		1,5
	1a	0,5	2	0	1	2	0	leichter Schmelzbelag (A); etwas fett, hoher Sehnegehalt (B); rauchig (D); schmalziger (E)		1
	2	0	3	0,5	1	2	0	etwas fett, hoher Sehnegehalt, bräunlich (B); etwas hart (C); schwacher Geruch, weniger aromatisch (E)		1,5
	2a	0,5	3	0	1	2	0	leichter Schmelzbelag (A); etwas fett, hoher Sehnegehalt, bräunlich (B); rauchig (D); weniger aromatisch (E)		1
	1	0	3	1	1	2	0	Rotfärbung des Specks (B); etwas hart (C); alt (D); etwas salzig (E)		1
2 Monate nach der Kältebehandlungsphase	1a	1	3	0	1	2,5	0	Schimmel (A); Rotfärbung des Specks (B); rauchig (D); Nebenkomponente (E)		1,5
	2	0	3	1	0,5	2	0	dunkle Farbe (B); etwas hart (C); leer (D); etwas salzig (E)		1,5
	2a	0,5	3	0	1	2,5	0	leichter Schmelzbelag (A); dunkle Farbe (B); rauchig (D); Nebenkomponente (E)		2

Zeichenerklärung; siehe Seite 30

a) Organoleptische Untersuchung

Wie aus Tabelle 14 zu ersehen ist, sind die Bewertungen der organoleptischen Untersuchung denen der Versuchsreihe I ähnlich.

Sofort nach dem Auftauen wurden die eingefrorenen Würste etwas besser bewertet als die nicht eingefrorenen. Jedoch nach 14tägiger Lagerung erhielten die eingefrorenen Würste in der Geruchs- und Geschmacksbewertung mehr Punktabzüge als die anderen. Nach 6wöchiger Lagerung waren geschmacklich keine großen Unterschiede zwischen den verschieden behandelten Würsten mehr festzustellen. Bei den in Folien gelagerten Würsten konnte nach 14tägiger und 6wöchiger Lagerung ein leichter Schimmelbelag beobachtet werden; bei der nicht eingefrorenen 6 Wochen gelagerten Wurst war der Belag stärker und bestand auch schon innerhalb der Folie, während er bei den anderen erst nach Entfernung der Folie sichtbar wurde. Weitere Punktabzüge erhielten die in Folien verpackten Würste wegen ihres Rauchgeruches und geschmacklicher Nachteile.

b) Chemische Untersuchung

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in den Tabellen 15 bis 23 zusammengestellt. Alle Werte sind Durchschnittswerte zweier Bestimmungen.

Tabelle 15: Wassergehalte der Rohwürste aus Versuchsserie II

Zeichenerklärung: siehe Seite 39

Gruppe	der Ausgangsmasse	vor der Kältebehandlung		Wassergehalte in %			
		14 Tage nach der Kältebehandlung		2 Monate nach der Kältebehandlung			
		Rand	Mitte	Gesamt	Rand	Mitte	Gesamt
-	47,4	17,2	23,1	22,4			
1							
1a				13,1 16,3 15,2	12,5 17,1 15,1	13,0 17,1 14,5	
				13,1 23,4 21,6	13,1 23,7 23,8	13,3 23,9 21,9	
2				17,2 23,7 20,9	13,0 26,6 18,0	11,1 15,0 14,9	
2a				13,5 23,0 23,1	17,7 23,1 21,9	13,3 23,0 20,7	

Wie schon bei Versuchsserie I veränderte sich auch in diesem Fall der Wassergehalt der in Folien verpackten Würste nicht. Der Wassergehalt der nicht verpackten Würste zeigte eine fallende Tendenz, die bei den eingefrorenen während des Gefriervorganges aufgehoben war.

Tabelle 16: Kochsalzgehalte der Würste aus Versuchsserie II

Gruppe	der Ausgangsmasse	vor der Kältebehandlung		Kochsalzgehalte in %			
		14 Tage nach der Kältebehandlung		2 Monate nach der Kältebehandlung			
		Rand	Mitte	Gesamt	Rand	Mitte	Gesamt
-	2,4	4,0	1,9	1,1			
1							
1a				4,7 5,6 5,1	4,5 5,5 5,1	4,7 6,0 5,1	
				4,2 5,3 4,6	4,0 5,0 4,3	4,2 4,9 4,6	
2				4,1 5,2 1,5	3,9 3,3 3,0	1,1 3,3 3,0	
2a				3,8 1,3 1,5	3,1 3,6 3,0	1,1 3,3 3,0	

Wie aus Tabelle 16 unter Berücksichtigung von Tabelle 15 zu ersehen ist, stieg mit abnehmendem Wassergehalt der Kochsalzgehalt der Würste ohne Folien, während er sich bei den in Folien verpackten Würsten praktisch nicht änderte.

Tabelle 17: Nitritgehalte der Würste aus Versuchsreihe II

Gruppe	mg NaNO_2 in 100 g Wurstmasse ⁺⁾			
	vor der Kältebehandlungsphase	0 Tage nach der Kältebehandlungsphase	14 Tage nach der Kältebehandlungsphase	6 Wochen nach der Kältebehandlungsphase
1	1,79	1,80	1,79	0,69
1a		1,83	1,83	0,82
2		1,67	1,55	0,39
2a		1,55	1,67	0,82

Zeichenerklärung: siehe Seite 39

+) Nitritgehalt der Ausgangsmasse 2,28

Im ganzen gesehen hatte der Nitritgehalt in allen Fällen eine abnehmende Tendenz. Nach dem Auftauen war der Nitritgehalt der eingefrorenen niedriger als der der nicht eingefrorenen; nach 6 Wochen Lagerung waren diese Differenzen ausgeglichen.

Tabelle 18: Nitratgehalte der Würste aus Versuchsreihe II

Gruppe	mg Nitrat (berechnet als KNO_3) in 100 g Wurstmasse ⁺⁾			
	vor der Kältebehandlungsphase	0 Tage nach der Kältebehandlungsphase	14 Tage nach der Kältebehandlungsphase	6 Wochen nach der Kältebehandlungsphase
1	7,1	4,89	3,81	1,91
1a		5,51	4,22	2,10
2		4,05	3,92	2,40
2a		3,00	2,62	2,51

Zeichenerklärung: siehe Seite 39

+) Nitratgehalt der Ausgangsmasse 7,3

in den Nitratgehalten konnte ebenfalls Abnahme beobachtet werden, ohne daß bei den verschiedenen behandelten Würsten Unterschiede vorlagen.

Nitrosomochromogen, Gesamthämatin und Umfärbung wurden auch in dieser Versuchreihe bestimmt. Auch hier zeigte sich, daß die Bestimmung bei Rohwürsten bei der angewandten Methodik auf Schwierigkeiten stößt.

Tabelle 19: Gesamt- und Reststickstoff der Würste aus Versuchsreihe II

Zeitpunkt der Untersuchung	Gruppe	Gesamt-N in %	Rest-N in %	Rest-N in % des Gesamt-N
vor d. Reifung (Rohwurstmasse)	-	2,33	0,49	21,0
vor der Kälte- behandlungsphase	-	3,50	0,70	20,0
0 Tage nach der Kältebehand- lungsphase	1	3,29	0,72	22,2
	1a	3,01	0,77	22,1
	2	2,94	0,65	21,7
	2a	2,52	0,56	22,2
14 Tage nach der Kältebehand- lungsphase	1	3,30	0,70	22,2
	1a	3,30	0,82	26,2
	2	3,52	0,77	21,2
	2a	3,28	0,84	25,6
6 Wochen nach der Kältebe- handlungsphase	1	4,06	1,04	22,8
	1a	3,60	0,83	26,0
	2	3,84	0,81	21,0
	2a	3,36	0,84	25,0

Zeichenerklärung: siehe Seite 39

Der Reststickstoff bezogen auf den Gesamtstickstoff zeigte bei den eingefrorenen Würsten etwas niedrigere Werte als bei nicht eingefrorenen. Die Würste in Folien wiesen nach 14tägiger Lagerung einen deutlichen Anstieg des Reststickstoffs auf.

Tabelle 20: Fettgehalt der Würste aus Versuchsreihe II

Gruppe	Fettgehalt in % +)			
	vor der Kältebehandlungsphase	0 Tage nach der Kältebehandlungsphase	14 Tage nach der Kältebehandlungsphase	6 Wochen nach der Kältebehandlungsphase
1	51,6	56,5	57,0	55,1
1a		53,6	52,3	52,0
2		54,2	54,0	55,0
2a		53,2	53,1	52,3

+) Fettgehalt der Ausgangsmasse 34,2

Zeichenerklärung: siehe Seite 39

Tabelle 20 zeigt, daß ähnliche, wenn auch nicht so ausgeprägte Tendenzen wie in Versuchsreihe I auftreten.

Tabelle 21: Säurezahlen (freie Fettsäuren berechnet als Ölsäure in % des Fettes) des Fettanteils der Würste aus Versuchsreihe II

Gruppe	Säurezahlen +)			
	vor der Kältebehandlungsphase	0 Tage nach der Kältebehandlungsphase	14 Tage nach der Kältebehandlungsphase	6 Wochen nach der Kältebehandlungsphase
1	12,0	14,0	14,6	16,3
1a		13,5	15,7	16,3
2		12,4	12,9	14,0
2a		12,1	13,2	14,6

+) Säurezahl der Ausgangsmasse 3,5

Zeichenerklärung: siehe Seite 39

Während sich die Würste in gefrorenem Zustand befanden, war die Säurezahl praktisch nicht weiter angestiegen. Bei den Kontrollen dagegen zeigte sich in

dieser Zeit ein Anstieg. Auch bei den späteren Untersuchungen blieben die Säurezahlen der nicht eingefrorenen Würste höher als die der eingefrorenen.

Tabelle 22: Jodzahlen des Fettanteils der Würste in Versuchsreihe II

Gruppe	Jodzahlen +)			
	vor der Kältebehandlungsphase	0 Tage nach der Kältebehandlungsphase	14 Tage nach der Kältebehandlungsphase	6 Wochen nach der Kältebehandlungsphase
1	50,5	49,2	49,2	47,5
1a		49,0	49,0	47,5
2		49,3	49,3	47,5
2a		49,8	49,0	48,5

+) Jodzahl der Ausgangsmasse: 54,9

Zeichenerklärung: siehe Seite 39

Die Jodzahlen lassen keine wesentlichen Veränderungen erkennen. Bei den nicht verpackten Würsten war eine etwas stärkere Abnahme der Doppelbindungen angedeutet.

Peroxyde und Aldehyde konnten während der Versuchsreihe II nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 23: Thiobarbitursäurezahlen (mg Malonaldehyd/kg Fett) des Fettanteils der Würste aus Versuchsreihe II

Gruppe	Thiobarbitursäurezahlen +)			
	vor der Kältebehandlungsphase	0 Tage nach der Kältebehandlungsphase	14 Tage nach der Kältebehandlungsphase	6 Wochen nach der Kältebehandlungsphase
1	0,58	0,27	0,09	0,13
1a		0,23	0,16	0,54
2		0,27	0,54	0,16
2a		0,34	0,60	0,15

+) Thiobarbitursäurezahl der Ausgangsmasse: 0,52

Zeichenerklärung: siehe Seite 39

Die Thiobarbitursäurezahlen waren in allen Fällen sehr niedrig, und wiesen keine regelmäßigen Unterschiede auf.

Tabelle 24: p_H -Werte der Würste aus Versuchsreihe II

Gruppe	p_H - Werte		
	0 Tage nach der Kältebe- handlungsphase	14 Tage nach der Kältebe- handlungsphase	6 Wochen nach der Kältebe- handlungsphase
1	5,10	5,20	5,30
1a	5,25	5,25	5,35
2	5,10	5,15	5,25
2a	5,30	5,35	5,35

Zeichenerklärung: siehe Seite 39

In dem untersuchten Bereich unterschieden sich die p_H -Werte der eingefrorenen und nicht eingefrorenen Würste nicht wesentlich. Bemerkenswert ist, daß die p_H -Werte bei den folienverpackten Würsten immer höher waren als bei den unverpackten.

D. DISKUSSION

Anlaß der durchgeführten Untersuchungen war primär die Fragestellung, ob Rohwürste auch ohne Trichinenschau oder den erforderlichen Salz- und Wassergehalt ins Zollinland eingeführt werden können, wenn sie einem Gefrierprozeß unterzogen werden unter Anwendung von Temperaturen, die eine Abtötung eventuell vorhandener Trichinen garantieren. Die erforderlichen Temperaturen sind aus zahlreichen, im Schrifttum beschriebenen Versuchen hinlänglich bekannt, so daß auf die Angaben auch zurückgegriffen werden konnte. Es wurden Temperaturen von -15°C für die Dauer von 20 Tagen gewählt, wobei die Einfrierungsgeschwindigkeit durch Erhöhung der Einfrieretemperatur beschleunigt wurde. Nach den Untersuchungen verschiedener Autoren (21, 55, 58, 62, 81, 96, 97, 107) zu schließen, reicht diese Kältebehandlung bei weitem aus, um Trichinellen abzutöten.

Nachdem die grundlegende Frage bereits geprüft ist, sollte nun eine eventuelle Beeinflussung der Würste durch die Kältebehandlung und durch eine Verpackung in Folien geprüft werden.

Gleich nach dem Auftauen waren in der organoleptischen Bewertung die eingefrorenen Würste den Kontrollen überlegen. Das ist darauf zurückzuführen, daß die fermentativen Vorgänge in der Wurst infolge des Einfrierens gehemmt wurden (2, 42, 91). Dies zeigte sich auch an einigen chemischen Untersuchungsergebnissen, z. B. der Saurezahl, die durch das Einfrieren zunächst konstant blieb, bei den Kontrollen aber stieg.

Bei 14-tägiger Lagerung wurden aber dann offenbar die fermentativen Vorgänge der kältebehandelten Würste so weit aktiviert, daß diese nun organoleptisch schlechter beurteilt werden mußten. Dies kann auf die von HOTTENROTH (32) beschriebene Aktivierung der Fermente nach dem Auftauen zurückgeführt werden. Nach 6-8wöchiger Lagerung waren jedoch die Unterschiede wieder ausgeglichen.

Als Lagerungstemperatur nach dem Einfrieren erwiesen sich 14°C günstiger als 22°C (Zimmertemperatur), da sich offenbar die mit Geschmacksbeeinträchtigung verbundenen Abbauvorgänge bei niedrigen Temperaturen langsamer vollzogen.

Als nachteilig erwiesen sich bei den nicht verpackten Würsten die mit ansteigender Austrocknung zunehmende Härte und die stark hervortretende Ranzigkeit, da die Proben der Oxydation leichter zugänglich waren.

Bei den in Folien verpackten Würsten der Versuchsreihe I wurden die Wursthüllen infolge der verhinderten Wasserabgabe feucht und schließlich leicht schmierig. Außerdem kam es zu einer Ansammlung teils dumpfer, teils pilzartiger Geruchsstoffe, die auch den Geschmack beeinträchtigten. Es handelte sich aber hierbei um leicht flüchtige Stoffe, die einige Zeit nach Entfernung der Folien nicht mehr festzustellen waren. Dieser Beeinträchtigung ist somit keine größere Bedeutung zuzuschreiben, sofern bei folienverpackten Würsten die Hüllen rechtzeitig beseitigt werden. Bei den in der Versuchsreihe II angewandten Folien begünstigte die Feuchtigkeit einen leichten Schimmelbelag. Obwohl die Folien luftdurchlässig waren, konzentrierte sich in diesen Würsten das Raucharoma, und im Geschmack traten unerwünschte NebenkompONENTEN auf.

Die einzelnen Kriterien geben z. T. bemerkenswerte Aufschlüsse über die Stoffwechselvorgänge in den Rohwürsten. Auf Grund der unterschiedlichen Größe und Dicke der Würste kann angenommen werden, daß der Wassergehalt der Würste schon vor der Kältebehandlung variierte. Bei den verpackten Proben war die Wasserabgabe während der gesamten Versuchsdauer weitgehend verhindert, während der Kältebehandlungsphase bei -15°C auch die der un- verpackten durch das Einfrieren. Nach dem Auftauen wurde von den eingefrorenen Würsten Feuchtigkeit abgegeben, so daß bei der Untersuchung nach 14 Tagen der Lagerung gegenüber den Kontrollen keine größeren Unterschiede mehr auftraten. Bei schnell eingefrorenen Würsten wurde regelmäßig ein etwas höherer Wassergehalt ermittelt, was mit den Ergebnissen von DEATHERAGE und HAMM (10) übereinstimmt, wonach schnellgefrorenes Fleisch ein besseres Wasserbindungsvermögen aufweist als langsam eingefrorenes.

Engkorreliert mit dem Wassergehalt sind - das Kochsalz ausgenommen - auch alle übrigen wesentlichen Bestandteile der Wurstmasse; diese nehmen mit fortschreitendem Schwund bezogen auf die Gesamtmasse zu. Allerdings ist bei dieser Feststellung zu berücksichtigen, daß in Wirklichkeit eine Abnahme der Trockensubstanz um etwa 1% erfolgt, wie dies von KÖRMENDY und GANTNER (43) beschrieben wurde. Bei den folienverpackten Würsten ist bei gleichbleibendem Wassergehalt auch eine praktisch weitgehende Konstanz der übrigen Bestandteile gesichert.

Die Ausnahme, daß der Kochsalzgehalt in Versuchsreihe I trotz des Schwundes keine Zunahme aufweist, kann nach HAMM (27) mit kolloidchemischen Vorgängen erklärt werden. In Versuchsreihe II war diese Erscheinung nicht festzustellen. Offenbar sind diese Unterschiede p_{H} -abhängig, da die Wasserstoffionenkonzentration in den langgereiften italienischen Würsten in keinem

Zeitpunkt der Reifung und Lagerung so hoch war, wie das bei den sonstigen Würstchen dergefallte. Würstchenfall war, Die deutlichen Unterschiede im Salzgehalt zwischen Rauch- und Mure wurden von K. PART (10) bereits erwähnt.

Von besonderem Interesse war die Ermittlung der Fettkennzahlen, da Abbauprodukte für den Geschmack von Rohwürsten sehr wesentlich sind.

Der anfangs höhere Gehalt der nicht eingefrorenen Würste an freien Fettsäuren gegenüber den eingefrorenen ist auf eine Hemmung der Lipase infolge des Einfrierens zurückzuführen, die sich in Versuchsserie I bei den in Folien verpackten Würsten noch nach 14-tägiger Lagerung auswirkt, bei den Würsten der Versuchsserie II noch nach 6 Wochen. Allerdings waren die Säurezahlen bei den Würsten dieser Reihe schon nach Abschluß der Reifung relativ hoch. Die ganz am Ende der Lagerung bei allen eingefrorenen Würsten der Versuchsserie I feststehenden höheren Säurezahlen wurden ebenfalls schon durch die während des Einfrierens am Fettgewebe auftretenden Veränderungen bedingt, wodurch es für hydrolytische Spaltung leichter angreifbar wurde; prinzipiell ist jedoch auch hier die Aktivierung der Fermente in Betracht zu ziehen. Die geringeren Säurezahlen können auf Grund einer gewissen Neutralisierung der freigesetzten Fettsäuren durch alkalische Abbauprodukte bedingt sein. Bemerkenswert ist, daß bei verpackten und bei höheren Temperaturen gelagerten Proben die Säurezahl immer höher war. Im zweiten Fall dürfte eine Aktivierung der Fermente vorgelegen haben.

Bei den übrigen Fettkennzahlen war ebenfalls die Aktivierung der Fermente bei den Lagerungs- und Verpackungsbedingungen in Betracht zu ziehen. Die Würste der Versuchsserie I zeigten zwar zunächst eine Verzögerung der Peroxydbildung, solange sie der Kältebehandlung unterlagen, wie auch von BALLS und LINEWEAVER (2) beschrieben wird. Später jedoch nahm dann die Peroxydbildung auch bei den eingefrorenen Würsten zu. Wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen konnten nicht festgestellt werden. Bei Versuchsserie II waren überhaupt keine Peroxyde nachzuweisen, was vermutlich mit dem starken Gehalt an Antioxydantien zusammenhängt, die aus dem Rauch stammen. Auch die Jodzahl zeigte keine regelmäßigen Unterschiede; bemerkenswert ist, daß in Versuchsserie I zwischen den sehr hohen Peroxydzahlen und der Jodzahl keine Beziehungen zu erkennen sind, eigentlich müßte bei dem starken Gehalt an Peroxyden eine ganz erhebliche Verminderung der Doppelbindungen erfolgen. Diese Feststellungen wurden durch den ergänzenden Versuch zu Versuchsserie I (Tab. 13) bestätigt. Auch die Thiobarbitursäurezahl und die Bestimmung der Aldehyde nach Fellenberg brachten unter den Bedingungen dieser Versuche keine verwertbaren Ergebnisse.

Zusammenfassend läßt sich hinsichtlich der Fettkennzahlen sagen, daß keine unter den Bedingungen dieser Versuche besonders geeignet war, zwischen den einzelnen Versuchsgruppen zu unterscheiden, obwohl grobsinnlich deutliche Unterschiede festzustellen waren, z. B. erschienen die nicht verpackten Würste ranziger als die verpackten. Auf alle Fälle muß empfohlen werden, die Bestimmung der Fettkennzahlen nur an Fett vorzunehmen, das kalt extrahiert wurde.

Hinsichtlich der sonstigen Stoffwechselvorgänge müssen die Veränderungen an den Nitrit- und Nitratgehalten noch erwähnt werden. In Versuchsreihe I waren klare Tendenzen nicht zu erkennen. Offenbar verliefen hier Oxydations- und Reduktionsvorgänge in einer anderen Abhängigkeit als in Versuchsreihe II, wo es zunächst in der Rohwurstausgangsmasse zur Bildung von Nitrat gekommen war - es wurde ursprünglich nur Nitritpökelsalz verwendet -, später zeigten der Nitrit- und Nitratgehalt stetigen Abfall.

Bemerkenswert sind die Vorgänge an den Stickstoff-Verbindungen. Der Gehalt an Reststickstoff bezogen auf den Gesamtstickstoff war in den folien-verpackten Würsten deutlich höher. Dies dürfte damit zusammenhängen, daß die nach Proteolyse, Desaminierung und dergleichen entstehenden flüchtigen Stickstoffverbindungen nicht kontinuierlich entweichen konnten. Es kam zumindest vorübergehend zu einer Ansammlung an flüchtigem Reststickstoff. Offenbar ist hier auch eine Beziehung zu den nachteiligen Geruchs- und Geschmacksstoffen gegeben, die bei den folienverpackten Würsten zu notieren waren, aber einige Zeit später, nachdem die Folien geöffnet wurden, verschwanden. Ob die antibakteriell wirksamen Substanzen bei den folienverpackten Würsten auch Stickstoffverbindungen waren, muß offen bleiben. Eine deutliche Beziehung ist zu den p_H -Werten gegeben. Proben mit höherem Reststickstoffanteil am Gesamtstickstoff weisen etwas höhere p_H -Werte auf. Die p_H -Anhebung könnte durch verschiedene Eiweißabbauprodukte, darunter auch flüchtige Stickstoffverbindungen, bedingt sein.

Die Versuche lassen folgende praktisch anwendbare Schlußfolgerungen zu:

Das Einfrieren von Rohwürsten als Vorbeuge zur Trichinenabtötung kann empfohlen werden; sofern die eingefrorenen Würste bald nach dem Auftauen verzehrt werden, sind sie gegenüber Würsten der gleichen Charge, die zwischenzeitlich nicht eingefroren waren, sogar vorzuziehen. Später erfolgt gegenüber den Kontrollen ein Qualitätsabfall, der allerdings nach einiger Zeit wieder ausgeglichen wird.

Die Verwendung von Folien kann empfohlen werden, da unnötige Schwund-

verluste nach abgeschlossener Reifung verhindert werden können. Die folienverpackten Würste sollten allerdings kühl gelagert werden. Die Folien müßten dann etwa einen Tag vor der Verwendung beseitigt werden. Die Verwendung luftdurchlässiger, wasserdampfdurchlässiger Folien bringt keinen Vorteil, da offenbar die größeren Moleküle der unerwünschten Abbauprodukte aber auch der angereicherten Räucherrauchbestandteile nicht entweichen können.

E. ZUSAMMENFASSUNG

1. Es wurde geprüft, ob die Kältebehandlung als prophylaktische Maßnahme zur Abtötung von Trichinen bei Rohwürsten angewendet werden kann, ohne daß eine Beeinträchtigung des Genußwertes erfolgt. Dazu wurden ungeräucherte langgereifte und geräucherte schnellgereifte Würste bei -30°C und -15°C eingefroren und 20 Tage bei -15°C gelagert. Anschließend erfolgte Lagerung bei 14°C und 22°C . Ein Teil wurde in Folien verpackt.
2. Das Einfrieren wirkte zunächst konservierend, förderte anschließend aber die fermentativen Vorgänge, so daß vorübergehend Geschmacksbeeinträchtigung erfolgte.
3. Von den Fettkennzahlen (Säurezahl, Jodzahl, Peroxydzahl, Thiobarbitursäurezahl, Aldehyde) wurde nur der Gehalt an freien Fettsäuren deutlich beeinflußt. Zur objektiven Differenzierung von Unterschieden im Genußwert waren unter den Bedingungen des Versuches die Fettkennzahlen jedoch nicht geeignet.
4. Kältebehandelte Würste hatten einen etwas geringeren Reststickstoff bezogen auf den Gesamtstickstoff. Sehr deutlich erhöht war der Anteil des Reststickstoffs bezogen auf den Gesamtstickstoff bei folienverpackten Würsten. Gleichzeitig war bei diesen Würsten ein höherer p_H -Wert zu notieren.
5. Die Folienverpackung verhinderte bei den ausgereiften Würsten unnötige Schwundverluste. Gleichzeitig kam es jedoch zu einer Anreicherung von genußwertmindernden Stoffwechselprodukten.

F. LITERATURVERZEICHNIS

1. Allen, R., und M. Goldberg: Effect of salt on trichinella spiralis. Vet. Res. 17 (1962), 102;
2. Balls, A. K., und H. Lineweaver: Action of enzymes at low temperature. Food Res. 3 (1938), 67;
3. Bartels, H.: Ist eine Intensivierung der Trichinenschau erforderlich? Fleischwirtschaft 2 (1950), 12;
4. Beythien, A. W., und W. Diemair: Laboratoriumsbuch für den Lebensmittelchemiker. 7. Auflage, Verlag Steinkopff, Dresden - Leipzig 1957;
5. Blair, J. B., und O. W. Lang: Effect of low temperature on the encysted larvae of Trichina spiralis. J. Infect. Diseases 55 (1934), 95;
6. Cesari, E. und A. Guilliermond: Ann. Inst. Pasteur, 34 (1920), 229; zit. von Lerche, M. und H. Lammers (53);
7. Coretti, K.: Reifungsprozeß und Trocknungsfehler bei Rohwürsten. Fleischwirtschaft 5 (1953), 158;
8. Coretti, K.: Rohwurstkeime und Rohwurstreifung. Fleischwirtschaft 8 (1956), 260;
9. Coretti, K.: Veränderungen des Keimgehaltes während der Reifung von Rohwurst. Fleischwirtschaft 8 (1956), 197;
10. Deatherage, F. E., und R. Hamm: Influence of freezing and thawing on hydration and charges of the muscle proteins. Food Res. 25 (1960), 623;
11. Drosdov, S., und N. Drozdov: Biochemische Veränderungen im Muskelgewebe beim Einfrieren. Biochem. Z. 13 (1939), 405;
12. Empey, J.: Zit. von Karpati (36 a)
13. Entel, H. J.: Die in Rohwürsten vorkommenden Hefen. Fleischwirtschaft 13 (1961), 387;
14. Farkas, J., und K. Vas: Die innere Mikroflora der ungarischen Salami und deren Rolle bei den Reifungsprozessen. Husipar, Budapest 8 (1959), H. 2;

15. v. Fellenberg, Th.: Zit. von Beythien - Diemair: (4) S. 239;
16. Feuereißer, W.: Erfahrungen mit trichinösem Fleisch. Übertragbare Trichinen in amerikanischem Gefrierfleisch. Z. Fleisch- u. Milchhyg. 30 (1920), 251;
17. Fiedler, R.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Trichinen nebst einigen Mitteilungen über die Wirkung einzelner Medikamente und anderer Agentien auf dieselben. Arch. Heilkd. 5 (1864), 1;
18. Filipp, K.: Versuche zur Feststellung der Invasionsfähigkeit der Muskeltrichine auf Grund des mikroskopischen Verhaltens ihres Zellkörpers im Dunkelfeld. Vet. med. Diss. München 1957;
19. Gißke, W.: Ultra-Schall zur Trichinenbekämpfung. Fleischwirtschaft 6 (1954), 200;
20. Gißke, W.: Rauchfärbung, Trocknung und Lagerung von Rohwurst. Fleischwirtschaft 7 (1955), 72;
21. Gißke, W.: Trichinenbekämpfung durch Tiefkühlung. Fleischwirtschaft 6 (1954), 238;
22. Gomberg, J., und S. E. Gould: Zit. von Rudolf, W. (82 a);
23. Gould, S. E., und L. J. Kaasa: Tiefkühlung von Schweinefleisch zur Abtötung von Trichinen. Refrig. Eng. 57 (1949), 138; ref. Fleischwirtschaft 1 (1949), 89;
24. Grau, R.: Fleisch und Fleischwaren. Verlag A. W. Hayn's Erben, Berlin 1960;
25. Guerrant, N. B., E. R. Hartzler, J. E. Perry, J. G. Garey, J. F. Murphy, M. L. Dodds und G. Benett: Some factors affecting the quality of frozen foods. Bull. Pa. State School of agric. No. 565 (1953), 1;
26. Hall, J. L., J. Kalen, B. D. Westermann, D. L. Mackintosh und G. E. Vail: Keep the temperature low when storing pork. Refrig. Eng. 57 (1949), 247;
27. Hamm, R.: Das Salzen von Fleisch. Fleischwirtschaft 9 (1957), 477;

28. Hanus, J.: DFG-Methoden (Abt. C-V);
zit. von Beythien-Diemair: (4), S. 234;
29. Hemmert-Halswick, A. und
G. Bugge: Trichinen und Trichinose. *Ergebn. d. allgem. Path. und path. Anat.* 28 (1934), 313;
30. Henneberg, O.H., und
K. Bachlechner: Über die Abtötung von Trichinellen in Salamiwürsten.
Wien. tierärztl. Mschr. 20 (1933), 350;
31. Hientzsch, G.: Untersuchungen über die Lebens- und Invasions-
tätigkeit der Trichinen, die in den aus Amerika
eingeführten Fleischwaren nachzuweisen sind.
Fleisch- und Milchhyg. 31 (1921), 99;
32. Hottenroth, B.: Grundlagen enzymatischer Lebensmittelveränderun-
gen II. Fette und Seifen 57 (1955), 734;
33. Joslyn, M.A.: Enzyme activity in frozen vegetable tissue.
Zit. von Nord, F. F. (72);
34. Junack, M.: Zur Invasionstätigkeit der Trichinen in zuberei-
tetem amerikanischem Schweinefleisch.
Dt. Schlachthof-Ztg. 20 (1920), 318;
35. Kabatnik, J.: Trichinenfunde bei inländischen Schlachtschweinen.
Dt. Schlacht- u. Viehhof-Ztg. 53 (1958), 311;
36. Karpati, G.: Einige Fragen über die Reifung der mittels Salzung
und Trocknung konservierten Wurstwaren. Bericht
der 7. Tagung Europ. Fleischforscher, Warschau,
September 1961;
ref. Fleischwirtschaft 14 (1962), 308;
- 36a. Karpati, G.: Veränderungen des Salz- und Wassergehaltes der
Salami während des Reifens.
Husipar, Budapest 9 (1960), 77;
37. Kasecker, H.: Über die Geschichte und die Bekämpfung der
Trichine. *Vet. med. Diss.* München 1951;
38. Keller, H., und
S. Baldenius: Der Einfluß von Temperatur und Kochsalz auf Qua-
lität und Haltbarkeit der Rohwurst.
Fleischwirtschaft 7 (1955), 99;

39. Kiermeier, F.: Biochem. Z. 318 (1947), 275;
zit. n. Hottenroth (32);
40. Kiermeier, F., und
E. Codura: Der Einfluß des Wassergehaltes auf Enzymreaktionen in wasserarmen Lebensmitteln.
I. Mitt. Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 98 (1954), 119.
41. Kniewallner, K.: Untersuchungen über die Übertragbarkeit von Trichinen aus bestimmten Rohwürsten.
Wien, tierärztl. Mschr. 47 (1960), 322;
42. Körmendy, L.: Welche Faktoren beeinflussen die Wasseraufnahmefähigkeit und das Wasserbindungsvermögen des Fleisches? Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 104 (1956), 235;
43. Körmendy, L., und
G. Gantner: Über freie Aminosäuren während der Reifung der Rohwurst. Bericht der 7. Tagung Europ. Fleischforscher, Warschau, September 1961;
44. Kotter, L., und
O. Prändl: Physikalisch-chemische Vorgänge bei der Fabrikation schnittfester Rohwürste.
I. Mitt. Fleischwirtschaft 10 (1958), 26;
45. Kotter, L., G. Terplan und C. Gervasini:
Physikalisch-chemische Vorgänge bei der Fabrikation schnittfester Rohwürste. II. Mitt. Fleischwirtschaft 14 (1962), 175;
46. Kraybill, H. F.: Die Wirkung ionisierender Strahlen auf Parasiten bzw. die Zerstörung von Trichinen in Schweinefleisch. I. J. Appl. Radiation and Isotopes 6 (1959), 185;
47. Kuppelmayr, H.: Untersuchungen über die Lebensfähigkeit von Muskeltrichinen in gepökeltem Fleisch.
Fleisch- u. Milchhyg. 34 (1924), 11;
48. Kuprianoff, J.: Physikalische und biochemische Veränderungen von gefrorenen Lebensmitteln.
Kältetechnik 12 (1955), 284;
49. Kuprianoff, J.: Neuere Erkenntnisse über die Veränderungen beim Fleisch, beim Kühlen und Gefrieren. Handbuch der Kältetechnik Bd. 4. Verlag Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg (1952), S. 156;

50. Langpap, A.: Trichinenfunde bei inländischen Schweinen.
Schlacht- u. Viehhof-Ztg. 61 (1961), 231;
51. Lea, C.H.: J. Soc. chem. Ind. 65 (1946), 286;
zit. von Beythien-Diemair (4). S. 238;
52. Lerche, M.: Mikrobiotische Vorgänge bei der Rohwurstreifung.
Fleischwirtschaft 8 (1956), 752;
53. Lerche, M., und
A. Lammers: Die Hefen in der Rohwurst.
Arch. Lebensmittelhyg. 6 (1955), 93;
54. Leuckart: Untersuchungen über *Trichina spiralis*.
Leipzig 1860. Zit. von Kasecker, H. (37);
55. Leyer, H.: Die Einwirkung des Gefrier- und Pökelf Verfahrens auf
die Lebensfähigkeit der Muskeltrichinen.
Dt. tierärztl. Wschr. 30 (1922), 314;
56. Lörincz, F., und
L. Nemeseri: Die Konservierungsverfahren der Fleischwaren-
industrie als Präventivmethode gegen Trichinose.
Acta Veterinaria Academiae Scientiarum Hungaricae
4 (1953), 73;
57. Luyet, B.: Das Verhalten der Molekularstruktur beim Einfrieren
der Gewebe. Ref. Z. Lebensmitt.-Unters. u. -Forsch.
114 (1961), 42;
58. Maas, A.: Die Abtötung der Trichinen im Schweinefleisch
durch Gefrieren.
Z. Fleisch- u. Milchhyg. 33 (1923), 1;
59. Marazza, V., und
G. Serini: La Congelazione rapida come mezzo di
conservazione protratta e di risanamento del salame
crudo. Arch. Vet. Ital. Vol. 9 Fasc. 6 (1958), 523;
60. Möhler, K.: Zur Bestimmung des Pökelfarbstoffes.
Z. Lebensmittel -Unters. u. -Forsch. 108 (1958), 20;
61. Moran, T. und
H. P. Hale: Rapid freezing.
J. Soc. Chem. Ind. 51 (1932), 204;
62. Münchberg, F., und
K. Kniewallner: Zur Frage des Vorkommens lebender Trichinen in
gefrorenem, gepökeltm und zubereitetem Schweine-
fleisch. Wien. tierärztl. Msch. 47 (1960), 617;

63. Neemann, H.: Der Einfluß von Temperatur und Kochsalz auf die Keime in Rohwurst.
Vet. med. Diss. Hannover 1955;
64. Niinivaara, F.P., und M. S. Pohja: Über die Reifung der Rohwurst. II. Mitt. Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 106 (1957), 187;
65. Niinivaara, F.P.: Über den Einfluß von Bakterienreinkulturen auf die Reifung und Umrötung der Rohwurst.
Dissertation, Helsinki, Acta Agral. Fenn. 84 (1955), 230;
66. Niinivaara, F.P.: Zum Einfluß von Bakterienkulturen auf die Reifung und Umrötung der Rohwurst.
Ref.: Arch. Lebensmittelhyg. 6 (1955), 155;
67. Niinivaara, F.P., und M. S. Pohja: Über die Reifung der Rohwurst. Die Veränderungen der Bakterienflora während der Reifung. Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 104 (1956), 413;
68. Niinivaara, F.P., und M. S. Pohja: Die in der Rohwurst vorkommenden Bakterien und ihre Bedeutung beim Reifungsprozeß.
Fleischwirtschaft 9 (1957), 264;
69. Niinivaara, F.P.: Die Bedeutung des Kochsalzes für die Herstellung von Roh- und Brühwurst.
Fleischwirtschaft 6 (1954), 357;
70. Noble, J., und F. M. Hardy: Effect of storage temperature and time upon quality of pork preserved by freezing.
Food. Res. 10 (1945), 165;
71. Nord, F.F.: Erg. Enzymforsch. 2 (1933);
zit. n. Hottenroth (32);
72. Nord, F.F.: Advances in Enzymology. 9 (1949), 613;
73. Novikova, E.J.: Modification of fat in frozen pork meat after prolonged storage.
Kholodinaya Prom. 16 (1938), 30;
74. Overman Mackey, A., A. W. Oliver und S. C. Fang: Chemical constituents, physical properties and palatability of frozen pork.
Food Res. 17 (1952), 409;

75. Palmer, A.Z., D.E.Brady, H.D. Naumann und L.N. Tucker:
Deterioration in frozen pork as related to fat composition and storage treatment.
Food Technol. 7 (1953), 90;
76. Pearson, Miller
und Volz:
Effect of freezing rate on meat appearance, palatability and vitamin content of beef.
Food Res. 15 (1950), 150;
77. Pezacki, W., und
D.Szostak:
Die Dynamik der Rohwurstgärung.
Fleischwirtschaft 14 (1962), 180;
78. Plank, R.:
Biochemische Grundlagen der Lebensmittelfrischhaltung. Handbuch der Kältetechnik. Bd. 9.
Verlag Springer Berlin-Göttingen-Heidelberg 1952, S. 200;
79. Politi, J., C.Colla
und E.Corberi:
Ann. Microbial. 3 (1943), 16;
zit. von Niinivaara u. Pohja (67);
80. Precht, H., J.Christophersen und H.Hensel:
Temperatur und Leben. Verlag Springer
Berlin-Göttingen-Heidelberg 1955, S. 59;
81. Ransom, H.B.:
Die Wirkung der Kälte auf Muskeltrichinen.
Science 39 (1917), 181;
ref. Z.Fleisch- u.Milchhyg. 30 (1920), 257;
82. Raschke, E.:
Neues in der Trichinenschau.
Dt.tierärztl. Wschr. 62 (1955), 236;
- 82a. Rudolf, W.:
Keimfrei durch Strahlen.
Med. Klin. 50 (1955), 1619;
83. Sauer, B.:
Wirtschaftliche Trichinosebekämpfung.
Fleischwirtschaft 4 (1952), 179;
84. Schaaf, J., und
W.Bellersen:
Über eine Trichinenepidemie.
Lebensmitteltierarzt 2 (1951), 97;
85. Schäfer, V.J.:
Science 104 (1946), 457; zit. von Nord u. Bier:
Kolloidchemische Grundlagen der Lebensmittelfrischhaltung. Handbuch der Kältetechnik Bd. 9.
Verlag Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1952, S. 154;

86. Schmidt, W.: Handbuch für das Fleischergewerbe. 10. Aufl.
Fachbuchverlag Dr. Pfanneberg & Co.,
Gießen 1958, S. 308;
87. Schönberg, F.: Untersuchungen über die Wirkung des Einfrierens und
Auftauens auf Mikroorganismen.
Lebensmitteltierarzt 2 (1951), 15, Anm. z.
Arb. Stille, B.: Arch. Mikrobiol. 14 (1950), 554;
88. Schönberg, F.: Zur Frage, ob es einen latenten Trichinenbefall bei
der deutschen Bevölkerung gibt.
Arch. Lebensmittelhyg. 7 (1956), 91, Anm. z.
Arb. Schoop, G.: Mh. Tierheilk. 7 (1955), 269;
89. Sedlmeier, H.,
und L. Kotter: Zur Einteilung der Würste.
Fleischwirtschaft 5 (1953), 132, 238;
90. Shrewsbury, C. L., L. W. Horne, W. Q. Braun, R. Jordan, O. Milligen,
C. M. Vestal und N. E. Weitkamp: Chemical, histological and palatability
changes in pork during freezing and storage in the
frozen state. Purdue Agr. Expt. Sta. Bull. No. 472
(1942), 34;
91. Sizer, J. W., und
E. S. Josephson: Kinetics as a function of temperature on lipase,
trypsin and invertase activity from -70 to 50° C.
Food Res. 7 (1942), 201;
92. Smorodintsev: Theorie über den Gefriervorgang im Fleisch.
J. Angew. Chem. UdSSR 16 (1943), 368;
93. Stewart, G. F., H. Hanson, B. Lowe und J. J. Austin:
Effect of aging, freezing rate and storage period on
palatability of broilers.
Food Res. 10 (1945), 17;
94. Stille, B.: Über die Haltbarkeit von Gefrierfleisch nach dem
Auftauen. Z. Kälte-Ind. 49 (1942), 36;
95. Stille, B.: Untersuchung über den Kältetod von Mikroorganismen.
Arch. Mikrobiol. 14 (1950), 4;
96. Strobl, F.: Versuche über das Gefrieren von trichinösem Schweine-
fleisch als Grundlage für eine Gefriervorschrift.
Vet. med. Diss. München 1954;
97. Struck, M.: Trichinenfunde.
Arch. Lebensmittelhyg. 13 (1962), 114;

98. Süskind, E.: Ein Beitrag zur Frage der Invasionsfähigkeit der im amerikanischen Speck enthaltenen Trichinen nebst Versuchen über den Einfluß der Trockenpökellung auf die Lebensfähigkeit der Muskeltrichinen. Vet. med. Diss. München 1921;
99. Sulzbacher, W.L.: Wirkung von Gefrieren und Einfrieren auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Bakterien in Hackfleisch, ref. Fleischwirtschaft 11 (1959), 33;
100. Tabacs, J., und E.Zukal: Data concerning the microbiological and chemical changes of Gyulai type sausages in course of their ripening. Bericht Nr.47 der 7. Tagung Europ. Fleischforscher, Warschau, September 1961;
101. Tappel, A.L.: Oxydative fat rancidity in food products. Food Res. 18 (1953), 18;
102. Ten Cate, L.: Das Schwitzen der Rohwurst. Fleischwirtschaft 12 (1960), 1038;
103. Ten Cate, L.: Die Mikrobiologie der geschwitzten Cervelatwurst. Tijdschr. Diergeneesk. 85 (1960), 743; ref. Fleischwirtschaft 11 (1961), 481;
104. Ten Cate, L.: Die Lipasen in der Rohwurst. Tijdschr. Diergeneesk. 85 (1960), 999; ref. Fleischwirtschaft 13 (1961), 742;
105. Thiel, van: Untersuchungen über das Töten von Muskeltrichinen durch Kälte. Tijdschr. v. verglijk. Geneesk. 11, 1;
106. Török, G.: Hus es Hutoipari Kutato Inte zet Kozlemenyei, H. 112 (1959), 23; zit. n. Karpati, G. (36 a);
107. Varges, W.: Abtöten von Trichinen durch Kälteeinwirkung. Mh. Veterinärmed. 10 (1955), 152;
- 107a. Verordnung über die Untersuchung des in das Zollinland eingehenden Fleisches vom 8.3.1961 (BGBl. I. S. 143);
108. Watts, N.M., und Da HWei Peng: Rancidity development in sausage. J.Home Econ. 39 (1947), 88;

109. White, W.H., und
W.H.Cook: Effect of Temperature and humidity on color of
lean and development of rancidity in the fat of
pork during frozen storage. Can. J. Res. 19,
Sec. D (1941), 53;
110. Zanzucchi, A., und
G. Delindati: Einfluß der Bakterienflora auf das Reifen von Roh-
wurst. Ind. Conserve 32 (1957), 10;
111. Zanzucchi, A., und
G. Delindati: Über einige während des Reifungsvorganges aus
Rohwürsten isolierte aromabildende Bakterienstämme.
Ind. Conserve 30 (1955), 167.

Am Ende meiner Dissertation erlaube ich mir Herrn Professor Dr. L. Kotter für die Anregung zu dieser Arbeit und für die Überlassung des Arbeitsplatzes verbindlichsten Dank zu sagen.

Außerdem ist es mir Verpflichtung, Herrn Privatdozenten Dr. G. Terplan für zahlreiche Hinweise und sein immer freundliches Entgegenkommen vielmals zu danken.

Ebenso gilt mein Dank Fräulein Diplom-Chemikerin B. Rolle für das jederzeit entgegengebrachte Interesse.

L e b e n s l a u f

Am 5. Juli 1939 wurde ich, Sylvia Irschlinger, als Tochter des Zahnarztes Dr. Hans Irschlinger und seiner Ehefrau Elisabeth, geborene Böhm, in Mannheim geboren.

Nach 4 Jahren Volksschule trat ich 1949 in die Elisabeth von Thadden-Schule, Heidelberg-Wieblingen, ein, wo ich 1958 das Abitur ablegte.

Im Sommersemester 1958 begann ich mit dem Studium der Tiermedizin an der Universität in München und bestand im März 1963 das Tierärztliche Examen.

